PERIODICAL Japan. Fisheries Agency. Technical Report of Fishing Boat
LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
HON. BIOL. LAB.
#11

昭 和 33 年 1 月

漁 船 研 究 技 報

第 11 号

TECHNICAL REPORT OF FISHING BOAT

No. 11

JANUARY 1958

水 産 庁　生 産 部

FISHING BOAT LABORATORY
PRODUCUION DIVISION
FISHERIES AGENCY

MINISTRY AF AGRICURTURE AND FORESTRY
KASUMIGASEKI, CHIYODAKU, TOKYO, IAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/technical-report-fishing-boat_1958-01_11

目　　次

木造漁船の人力操舵について ……………………………………………………………………横山信立…(1)

和船型の船型試験成績 ……………………………………………………………………………小林　務…(15)

空盒気圧計の振動実験 ……………………………………………………………………………石井謙治…(29)

自記式鮪延縄用深さ計による鮪延縄漁具の水中における形状その他についての二、三の考察…………
…………………………………………………………………………………………葉室親正・石井謙治…(39)

海水中における 1Mc 超音波の伝播特性……………………橋本富寿・菊池喜充・間庭愛信・西村　実…(121)

魚体の超音波反射損失の研究（鰾の影響について）…………………………………橋本富寿・間庭愛信…(143)

海底、魚群よりの超音波の反射波形に関する研究 ………………………………………………間庭愛信…(157)

Contents

On the Mannual Steering of Japanese Wooden Fishing Boats ………Nobutate Yokoyama…(1)

Series Model Tank Testes of Japanese Fishing Boats …………………Tsutomu Kobayashi…(15)

Vibration Tests of Aneroid Barometer ……………………………………………Kenji Ishii…(29)

Analysis of Tuna Long-line by Automatic Depth Meters ……………………………………
…………………………………………………………………… Chikamasa Hamuro & Kenji Ishii…(39)

Propagation Characteristic of 1 Mc Ultrasonic Sound in Sea Water…………………………
…… Tomiju Hashimoto, Yoshimitsu Kikuchi, Yoshinobu Maniwa & Minoru Nishimura…(121)

Study on Ultrasonic Reflection Loss on Fish-body (On the Influence of the………………
Air-bladder)……………………………………………Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa…(143)

Study on the Ultrasonic Wave Form Reflected on the Sea Bottom, Fishschools…………
and Seaweeds ……………………………………………………………………Yoshinobu Maniwa…(157)

木造漁船の人力操舵について

横　山　信　立

On the Mannual Steering of Japanese Wooden Fishing Boats

Nobutatsu Yokoyama

ABSTRACT

This paper describes the inferior efficiency of existing mannual steering gears installed in Japanese fishing boats. According to the experimental results of two boats—158 GT tuna long liner and 85 GT training boat—only 30~40% of work by steering wheel on bridge is efficient for helming rudder head tiller. Through these investigation the author shows that the dominant cause of these losses lies in the worm gear in the reduction mechanism and the excess torque of the unbalanced rudder. And he suggests that if spar-gear reduction and balanced rudder are adopted, the necessary steering work must be reduced to half of the existing amount.

The result of the investigation are summed up as follows;

1) Assuming the effective flow velocity equal to the ship's speed, the calculation by Beaufoy-Joessel's formnla (1) and (2) is fairly consistent with the experimental results.

2) The frictional moment on rudder stock bearings is represented as (5) and Fig. 6. The experiment and calculation by eq. (1), (2) shows that the average frictional coefficient is 0.25.

3) The experimental relation between torque and revolutional speed of steering wheel by man power can be shown as Fig.8 and es. (9).

4) Steering time from centre to a certain helming angle can be calculated by eq. (10) or (11) and Fig. 9.

概　　要

木造漁船では200噸位まで動力を用いないで人力による直接操舵を行つている船が多い。然し乍ら150噸以上となると、人力操舵も仲々困難で、漁船検査規則に合格する為には2人以上掛つて懸命に舵輪を廻さねばならないことが屢々ある。偶々158噸の鰹鮪漁船及び85噸練習船の舵力試験を行うことが出来たので、此の機会に筆者が此の種の船の操舵機構の全般について検討して見た所、操舵装置による損失が意外に大きく、将来舵と共に此の装置を改善することにより、少くとも舵輪のトルクを現状の半分以下とし得る可能性が多分にあり、人力操舵装置を用い得る範囲を拡張し得ることを示唆している。尚筆者は諸種の計算式を設計に便利な形に書直し本文中に掲載している。

項　　目

まえがき	5. 摩擦モーメント
1. 操舵力	6. 操舵系統
2. 実験結果	7. 操舵時間
3. 舵軸モーメント	8. 平衡舵
4. 舵の水圧力	むすび

まえがき

船橋の舵輪を操作するのに必要な力を仮に操舵力と名付けるものとすると、動力を用いない人力操舵装置を計画するに当つては、此の**操舵力の大さ**と**操舵時間の早さ**が操舵手の人力の限界以内に納る様に設計しなければならない。然し乍ら今迄の処此等の関係について公表された資料が無く、設計法も造船所によつて様々で、夫々先例に従つて独自の方式を用いている模様である。幸に今回漁船協会の依頼により、小柳造船所（用宗）、旭漁業（枕崎）、函館水産高校の協力を得て第8旭丸（鮪延繩漁船 158 噸）及び北鳳丸（漁業練習船 85 噸）の2隻について極めて限られた時間ではあつたが、実験を行つて前記の関係を或る程度明かにすることが出来たので此所に此の結果を報告する次第である。

1. 操舵力

先づ操舵力が如何に消費されて行くかを第1表に示す4隻の漁船について調べて見ると、現在のウオーム歯車を主とした操舵機械を有する木造漁船に於いては大略

- 操舵装置による損失……………………………60%
- スピンドル接手、軸受等による損失…………… 4～6%
- 舵板水圧によるモーメント………………………30%
- 舵軸の摩擦モーメント…………………………… 3～4%

の程度になつていると推定される。勿論此の数字は概略の平均値であるから更に優秀な例もあり、又老朽船で船体撓の甚しいもの等は、もつと悪いかも知れない。従来舵が重いとか軽いとか言うと、舵面積や形状等の問題にだけ注目し勝ちであつたが、寧ろ操舵装置について、もつと関心を持ち、改善する様に努力すべきだと言うことがよく判る。

第 1 表

船名 Ship's Name	総噸数 (G.T.)	速力 Ship Speed (kt)	L × d (m)	舵面積 Rudder Area (m^2)	縦横比 Aspect Ratio H/B
第3栄丸	235	10.6	33×3.4	2.6	1.70
嘉汐丸	197	10.6	32×2.5	3.4	1.74
第8旭丸	158	10.2	29×2.8	2.2	1.82
北鳳丸	85	9.9	23×2.3	1.4	1.69

次に此等の各々について検討して見る。先づ操舵装置による損失は第7節に詳述した様にウオーム歯車を用いている限り、例え理想的な状態に於いても、その効率を 50% 以上にあげることは出来ないし、況や特殊の硬質材料や特別の精密仕上を望むことの出来ない現状に於いては 40% 以下に留ることは已むを得ない。然し乍ら注意して設計工作された平歯車を用いれば、その効率を 60% 以上に保ち得る筈であり、又動力を用いない油圧駆動法によつても、此の点の改善が計られるものと思われる。

船橋の舵輪から舵軸附近の操舵装置までに動力を伝達するスピンドルには数多くの軸受や接手、傘歯車が介在しているが、伝達トルクも軸受荷重も小さいので、現場に於ける導設工事と船体撓みにだけ注意すれば、此等の損失は 10% 以内に留め得る。又舵軸軸受の摩擦は荷重が非常に大きいので可成り大きな摩擦力になる。従つて軸受金具の材質、加工に注意して、その摩擦係数を 25% 以下に保ち得れば、この部分の摩擦損失は水圧による舵軸モーメントの 10% 前後になる筈である。従つてスピンドル伝導機構及び舵軸軸受に於ける摩擦による損失は、現在の工作程度を以てしては殆ど改善の余地はなく、例え行つても徒らに工費を増す許りで実効は期待出来ない。

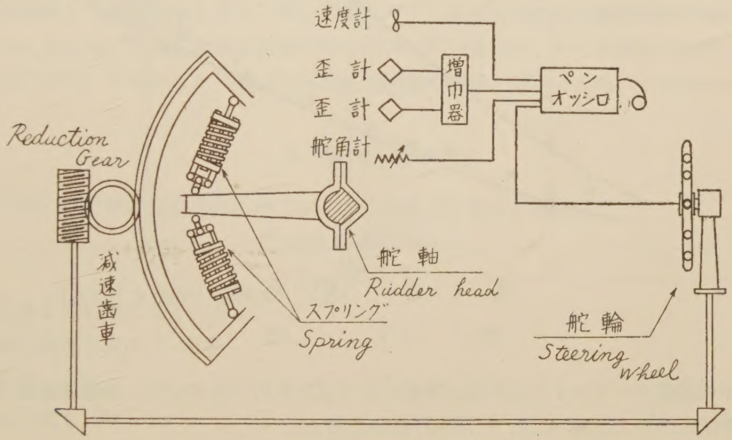
残る処の舵軸モーメントは水圧による反力であつて、最早や損失とは言い得ないかも知れないが、船体に同一の有効な旋回モーメントを与える舵としては、実用可能の範囲で舵軸モーメントを最小にし得る機構を見出せる筈であつて、例えば第 9 節に述べる様に平衡舵を用いるとすれば、現在木造船に常用されている舵に較べて約 $^1/_3$ に軽減される筈である。

人力による操舵法は設備費が低廉で、保守も容易であり、信頼性が大きいので漁船には最も適して居るのだが、船体が大型化して来るにつれて、舵が重くなり、現在は動力化しつつある。然し乍ら極めて概括的な検討ではあるが、前述の点を改善して行けば、此の人力操舵装置使用の限界を現在よりも更に拡張し得る訳である。尤も此の為には実際の設計法や船尾の船体構造上の問題を検討しなければならないので実用化する為には、尚若干の研究が必要である。

以下節を追つて実験の解析結果と附随事項を列記して見る。

2. 実 験 結 果

舵軸を捩ろうとするモーメントは（舵柄の長さ）×（舵柄の端を直角に引く力の大きさ）で表わせるから、第 8 旭丸及び北鳳丸の舵柄に接続した緩衡スプリングの一部に第 1 図の様な抵抗線歪計を貼つた試験片を挿



第　1　図

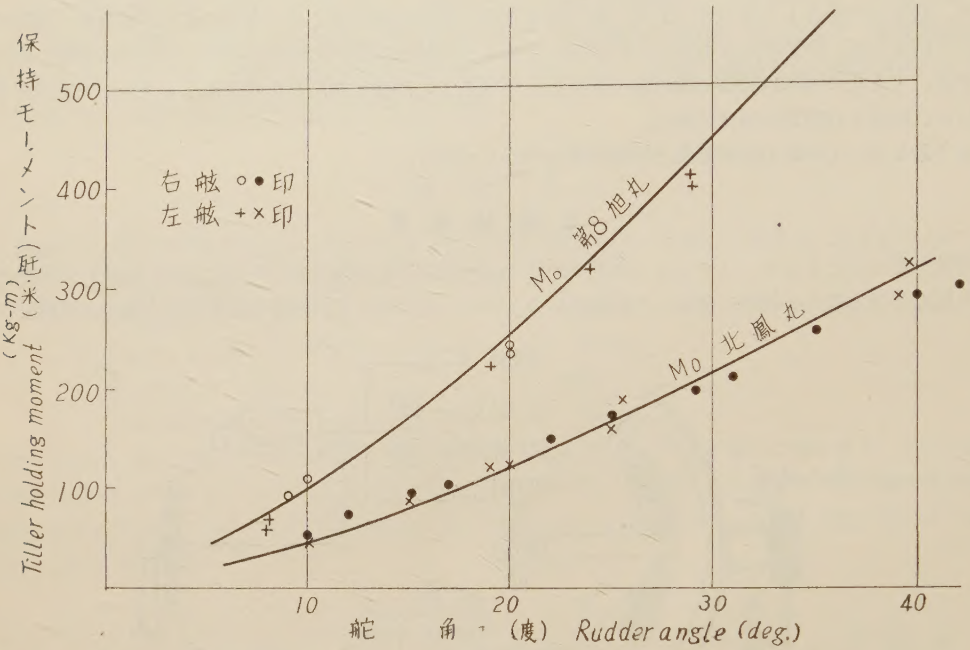
入して、此の部分に掛る力を計測した。この計測値に基いて舵圧に関する実験式の適用のし方を確め、第 1 表に示した総噸数の異る 4 隻の代表的な木造漁船を選んで、速力 10kts 舵角 35° に於ける比較値を求めると第 2 表の様になる。又同表中に最大舵角（船により多少異る）まで操舵するときの時間を計算して、試運

第　2　表

船 名 Ship's Name	舵角 35° 流速 10 kts に於ける 直圧力 Normal Pressure (ton)	操舵モーメント Tiller Moment (kg・m)	舵輪トルク Steering torque (kg・m)	算出操舵時間 Calculated Steering time (sec)	同右計測値 Measured Steering time (sec)
第 3 栄 丸	2.32	1,050	26.2	30° まで 40	35～46
嘉 汐 丸	3.04	1,440	36.0	30° まで 56	—
第 8 旭 丸	1.97	760	19.0	37° まで 42	43
北 鳳 丸	1.25	390	9.8	42° まで 26	29.8

転の実測値と較べて見ると、大体 15% の範囲でよく合つている。従つて此の算出に用いた方法及び資料には甚しい誤はない模様である。

第2表中の直圧力とは舵板に垂直に作用する全水圧力（船を旋回させる力になる）であつて、従来数多くの実験式があるが、第2図に示すように Beaufoy の式に依つて求めた値が最もよく今回の実験結果と一致



第 2 図

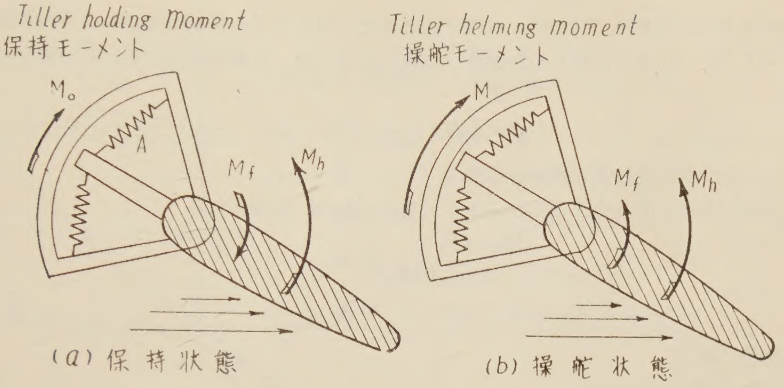
した。但し本図中の操舵モーメントとは舵軸の摩擦による修正を行つたもので、摩擦係数は 0.25 に取つてある。此等の計算法については第 4, 5, 6 節に詳述してある。

舵輪トルクとは舵輪の半径に把手を手操る力を乗じたもので舵軸の廻転角度に対する減速比を 100 : 1 とし、歯車その他による損失を第7節に述べたように 60% として求めたものである。此等を用いて舵中央から最大舵角まで操舵する時間は第8節に述べる方法により算出した。

3. 舵軸モーメント

舵軸を捩るモーメントは第3図の様に分解出来る。即ち舵を保持している状態にあつては同図(a)の様に保持モーメント M_0 は水圧によるモーメント M_h と舵軸軸受の摩擦によるモーメント M_f との差に等しい。又水圧力に抗して舵を廻す時には同図(b)に示す様に操舵モーメント M は M_h と M_f の和に等しくなる。

今回の実験に於いては(a)の状態でスプリング A に掛る力を測定した。(b)の状態では操舵の際に手の力の入れ具合が一様でなく実験記録から整定した平均値を得ることが出来なかつたので、第6節の様な計算により補つた。計測結果を何れも速力 10 節の場合に換算して示すと第2図の様になる。本図には第5節に述べる Beaufoy 及び Joessel の実験式から求めた前述の M_h に軸受の摩擦係数を 0.25 と仮定して M_f を計算して M_0 及 M の曲線を求めたものを示したのだが、非常によく合致している。但し舵に流込む水の平均流速を船の速力に等しいものと仮定した。即ち現在の処木造漁船に於いては実験的に不明なので船尾部の伴流と推進器後流とが相殺し合つているものとしている。



第 3 図

同一の条件で赤崎博士の方法で計算すると実験値よりも 40% 程過大に出る。又同式によると或る舵角でハンプが明瞭に現われる筈であるが、実験記録にはこれが認められない。これは恐らく推進器直後の太い舵柱の為に流れが剝離して不連続流となり、舵の背面に生ずべき負圧が単独の模型試験の様に下降しない為ではないかと思われる。従つて本式を木造漁船の舵の設計に用いるには、もつと詳細な研究（例えば舵板上の流速分布、圧力分布等）を俟つた上でなければ現在の所適用が難しいのではないかと思われる。

4. 舵の水圧力

前節の Beaufoy の式は舵板に垂直に作用する水圧の大さを表はす実験式で

$$P_n = 15.56 A V_k^2 \sin\alpha$$

即ち

$$= p_\alpha A V_k^2 \quad \cdots\cdots(1)$$

とすると p_α は第3表の様になる。但し

P_n： 舵板に垂直な水圧力 (kg)

A ： 舵面積 (m^2)

V_k： 流れの速さ (kt)

α ： 舵角（度 deg）

p_α ： 舵角によつて変る係数（第3表）

次に Joessel の式は水圧力の中心の位置を示すもので、

$$x/B = 0.195 + 0.305 \sin\alpha$$

即ち

$$= x_\alpha \quad \cdots\cdots(2)$$

とすると x_α は第3表の様になる。但し

x ： 舵の前縁から圧力中心までの距離 (m)

B ： 舵の平均の巾 (m)

第 3 表

α	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
p_α	1.36	2.70	4.03	5.32	6.58	7.78	8.92	10.02
x_α	0.222	0.248	0.274	0.299	0.324	0.348	0.370	0.391
m_α	0.302	0.670	1.107	1.594	2.135	2.711	3.300	3.918

舵の形状が矩形でない場合は Simpson の積分法に適する様に水平の帯状に分割して各帯状部の直圧力及圧力の中心を夫々 (1), (2) 式で計算して数値積分を行えばよいが、矩形に極めて近い舵の場合は舵の高さを H として

$$B=A/H \cdots\cdots (3)$$

を平均の巾として取つても近似値が求められる。

以上から舵の前縁のまわりの水圧力によるモーメント M_h は (1)(2)式から

$$M_h=xP_n$$

又は

$$=m_\alpha ABV_k{}^2$$

となる。但し

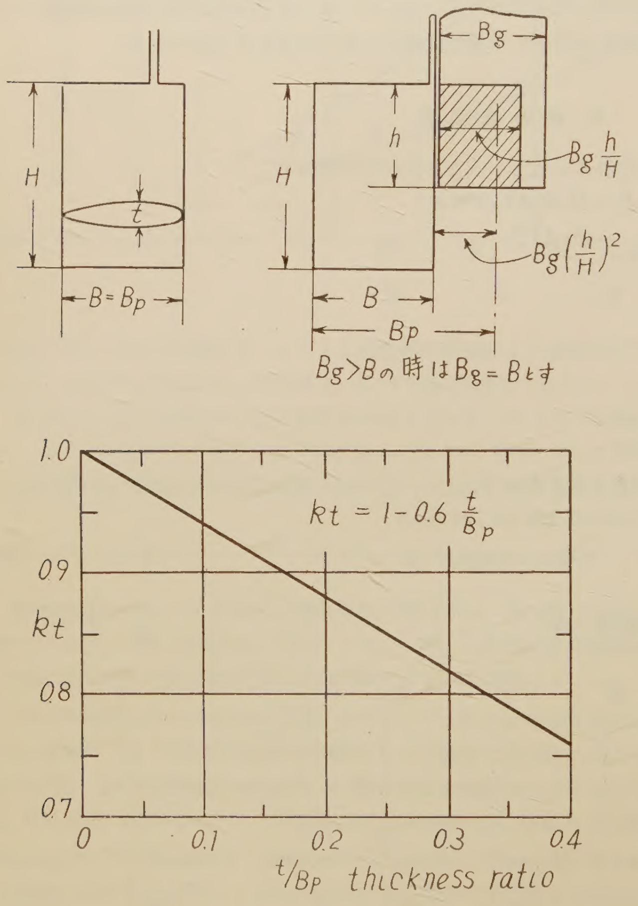
A : 舵面積 (m^2)

B : 舵の巾 (m)

V_k : 流速 (節 kt)

m_α : 第 3 表の係数

前節に述べた通り今回の実験結果によると、流速 V_k は船の速力（節）に等しいと置いてもよいことが判る。但し、船尾の形状や舵柱の配置等が従来の木造漁船と非常に違つた船の場合は明かでない。



第 4 図

尚参考の為に赤崎博士の実験式は、舵の縦横（舵の高さと巾の比）の寸法比による影響や前方に固定板がある時等の条件を考慮して作られたもので、船舶工学便覧第 12 編に詳細に記述されているが、漁船の設計に用いるのに、も少し判り易く書直すと

$$P_n=0.2712AV_k{}^2 k_t p_n \cdots\cdots (4)$$

となる。但し

P_n : 舵板に垂直な水圧力 (kg)

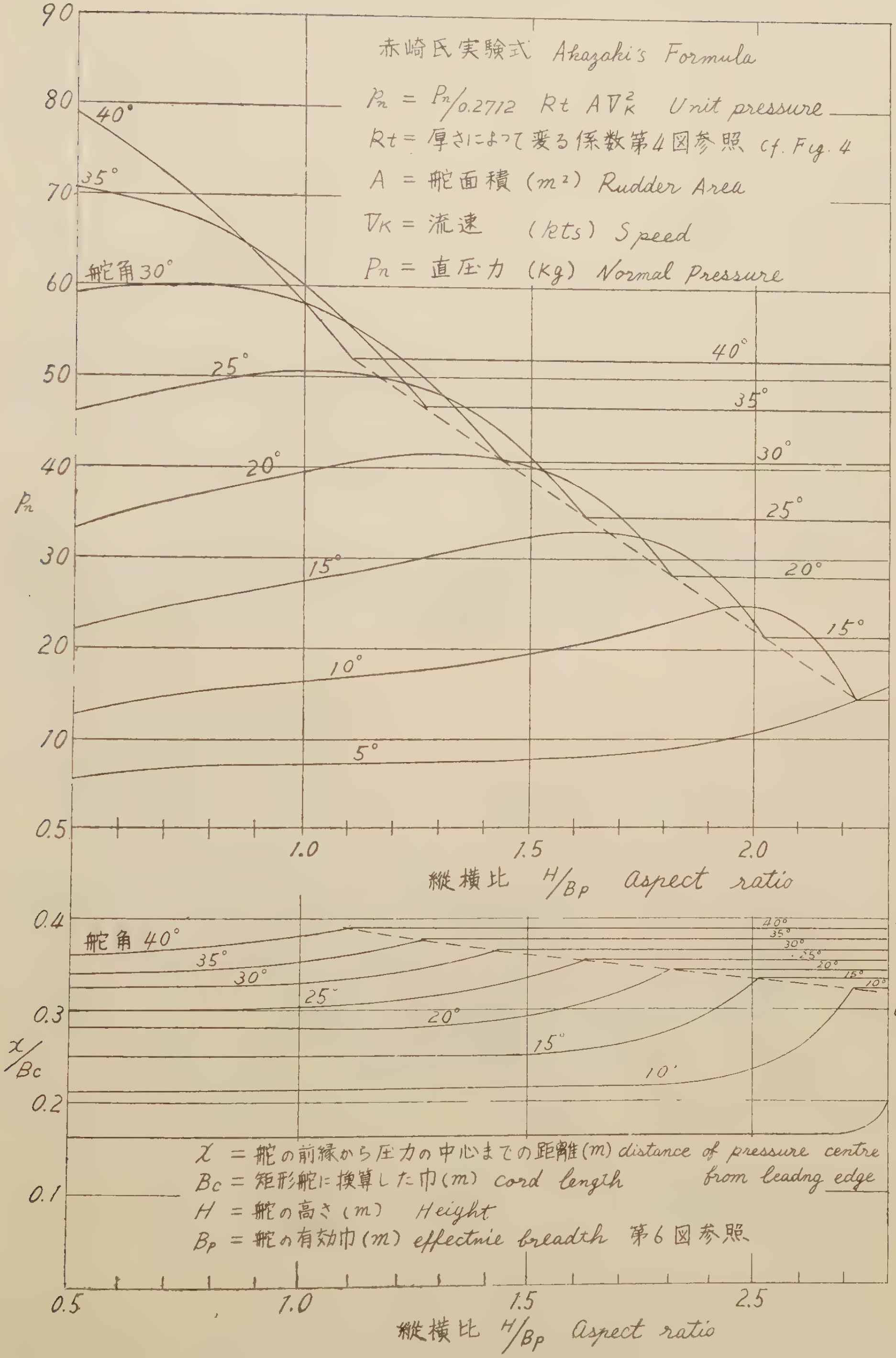
A : 舵面積 (m^2)

V_k : 流速 (kt)

k_t : 舵の厚さによつて変る係数 (第 4 図)

p_n : 舵角、縦横比によつて変る係数（第 5 図）

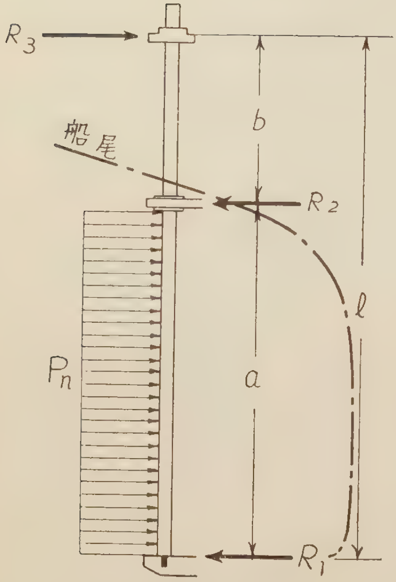
一般に縦横比は端数の場合が多く、舵角は 5° 毎で充分であるから、図表から拾い易い様に k_t, p_n, x/B の図を書き改めたのが第 4 図及第 5 図であつて、此の方が実際の計算に便利なので参考の為に掲載してみた。



赤崎氏実験式 Akazaki's Formula
$P_n = P_n / 0.2712\ Rt\ A V_K^2$ Unit pressure
Rt = 厚さによって変る係数第4図参照 cf. Fig. 4
A = 舵面積 (m²) Rudder Area
V_K = 流速 (kts) Speed
P_n = 直圧力 (Kg) Normal Pressure
舵角30°
縦横比 H/Bp Aspect ratio
舵角40°
x = 舵の前縁から圧力の中心までの距離(m) distance of pressure centre from leadng edge
Bc = 矩形舵に換算した巾(m) cord length
H = 舵の高さ(m) Height
Bp = 舵の有効巾(m) effectnie breadth 第6図参照
縦横比 H/Bp Aspect ratio

第 5 図

5. 摩擦モーメント



第 6 図 (a)

多くの木造漁船は第 6 (a)図の様に舵軸は 3 つの軸受で支持されている。今舵板に相当する部分 a に総圧力が P_n なる一様な分布荷重を受け各支点が相対的に移動又は変形しないものとして、各軸受部の反力を求めると

$$R_1=\frac{1}{8}\left(4-\frac{a}{l}\right)P_n$$

$$R_2=\frac{1}{8}\left(4+\frac{a}{b}\right)P_n$$

$$R_3=-\frac{1}{8}\ \frac{a^2}{lb}P_n$$

各軸受の直径を夫々 d_1, d_2, d_3 (m) として摩擦係数は何れも μ であるとすると摩擦モーメント M_f (kg・m) は

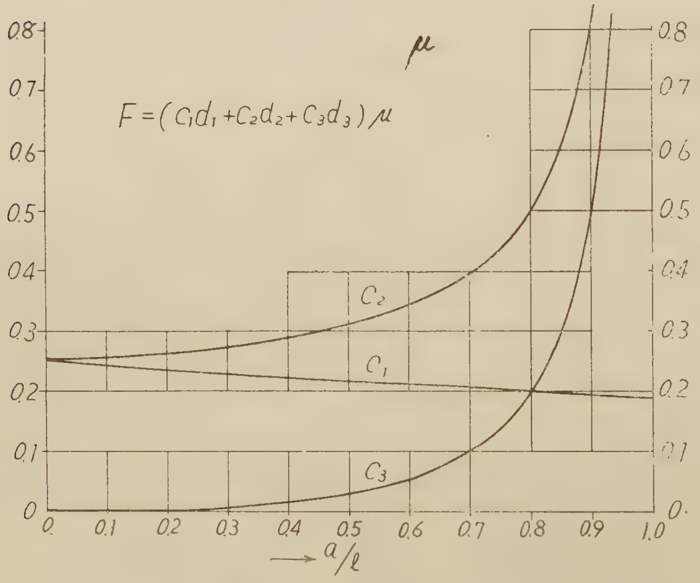
$$M_f=FP_n \quad\cdots\cdots(5)$$

但し $$F=\frac{\mu}{16}\left\{\left(4-\frac{a}{l}\right)d_1+\left(4+\frac{a}{b}\right)d_2+\frac{a^2}{lb}d_3\right\}$$

となる。又 $$F=(c_1d_1+c_2d_2+c_3d_3)\mu \quad\cdots\cdots(5')$$

とすると c_1, c_2, c_3 は第 6 (b)図の様になる。

摩擦係数 μ の値は、軸受の材料、表面の仕上程度、遊隙量、潤滑油等によつて異る。例えば丁寧に仕上げたものは



第 6 図 (b)

0.15 位であるが、不良なものは 0.45 にもなる。今回の実験では $\mu=0.25$ 位になつている模様である。今第 1 表の各船について $\mu=0.25$ として R_1/P_n, R_2/P_n, R_3/P_n 及 F を求めて比較すると第 4 表の様になる。

第 4 表

船名	R_1/P_n	R_2/P_n	R_3/P_n	F
第3栄丸	.439	.617	.056	.0275
嘉汐丸	.438	.621	.059	.0303
第8旭丸	.431	.655	.086	.0297
北鳳丸	.431	.654	.085	.0270

以上を取纒めると操舵モーメント M は

$$M=(x\pm F-L)P_n$$

又は

$$=p_\alpha(x_\alpha B\pm F-L)AV_k^2 \quad \cdots\cdots(6)$$

となる。但し + は操舵の場合、 − は保持又は捩舵の場合に相当し、L は舵の前縁から舵軸までの距離とする。

6. 操 舵 系 統

舵輪を廻転することによつてなされた仕事量は、伝達される途中で、摩擦によりその一部を失い、舵柄を有効に操作するのはその残りに相当する。従つて舵輪と舵軸間の伝達効率は

$$\eta_t=\frac{M\alpha}{360QN} \quad \cdots\cdots(7)$$

となる。但し

η_t： 伝達効率

M： 舵軸を廻すに要する操舵モーメント (kg-m)

α： 舵角（度）

Q： 舵輪に与えたトルク (kg-m)

N： 舵輪の廻転数（回 rev.)

此所で $\alpha/360N$ は減速比に相当し、第1表の各船は略々 $^1/_{100}$ 位に取つてある。

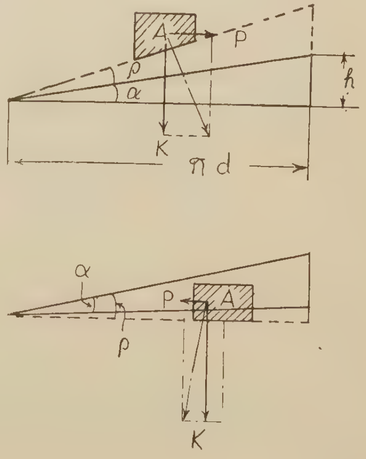
此所で η_t の値を検討して見る。操舵系統の滑動部分は数多く散在しては居るが、荷重圧力の大きいのはウオーム歯車の部分である。ピツチ円の径が d なるウオームの**ねぢ**が1廻転した時の**進み**（リード）を h とし、摩擦角を ρ とすると第7図に示した様に、廻される歯車の歯に相当する物体 A を推力 K（操舵モーメント M に比例）に抗して推し上げる（引卸す）力 P（舵輪トルク Q に比例）を求めるには、摩擦角 ρ に相当する丈勾配が増加（減少）したと考えられるから

$$P=K\tan(\rho\pm\alpha) \quad \cdots\cdots(8)$$

となる。但し + は押上、 − は引卸の合場である。

又引卸の場合（−符号）は、$\alpha>\rho$ の時には A は独りで滑り出し、舵輪が舵の水圧によつて振り廻されて終うので、普通は $\alpha\leqq\rho$ として、此れを防いでいる。歯面を丁寧に仕上げて、充分に注油してあれば、摩擦係数 $\mu=0.15$ と見做し得るので

$$\mu=\tan\rho=0.15\cong\tan\alpha$$



第 7 図

なる様に α を選べば舵を振す時に殆ど抵抗を感じないで済み効率も最大となる。即ち(g)式から抵舵の時には

$$\tan(\alpha+\rho)\cong 0.306$$

従つて $P=0.306K$

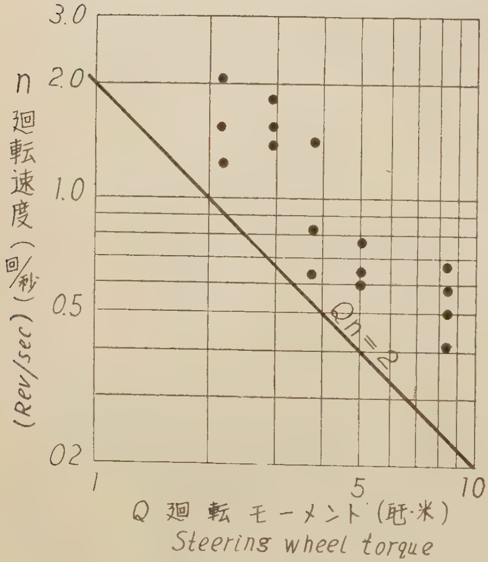
然るに $\mu=0$ の場合は $P_0=0.15K$

であるから、$P/P_0 \doteqdot 2$ となり、舵柄で必要なトルクの2倍を舵輪に与えてやらねばならぬ。

一般に $\alpha \leqq \rho$ とすると効率は理論上50%よりも小さくなる。μ の値は歯面の仕上、滑り速度、潤滑の程度により変るが、手働操舵の様に遅いものでは $\mu=0.15$ 以下にすることは難しい。手許にある使い古したチエーンブロックで測定して見ると $\mu=0.29$ であつた。従つて他の軸系の損失を考慮すると、全体を通じて実用上の伝達効率は40%前後になるものと推定される。

現在の処未だ余り操舵装置としては用いられていない様だが、平歯車を組合せたものでは、摩擦損失は噛合つた部分の歯面の滑りであるから、設計及工作に注意を払えば、少くともその効率を60%以上に保ち得る筈である。前記の様に手許にあるチエーンブロックにより比較実験を行つた結果の一例を示すと、ウオームを用いたものでは $\eta_t=47\%$ となり、平歯車を用いたものでは $\eta_t=63\%$ となつた。但し此のウオームは $\tan\alpha=0.286$ で、設計当初は $\alpha>\rho$ として効率を高く狙い、逆転の滑止め用に摩擦クラツチを用いてある。

7. 操 舵 時 間



第 8 図

漁船検査規則によると手働操舵では最大舵角から反対の最大舵角までの操舵時間が定められて居り、船の大きさによつて30秒~60秒以内になる様にしなければならない。そこで舵輪の操作速力（回転速度）と把手の力（舵輪トルク）との関係を知る必要がある。これは、体力、姿勢、取付方等により違うが、数人の者について計測して見た。即ち直径0.9米の舵輪を用い、トルクを変え乍ら、操舵速度を測定した結果は第8図の通りである。但し此の結果は、各人が競争意識を持つて廻したものであるから、各点の下限をとると

$$Qn=2 \quad \cdots\cdots(9)$$

と見做し得る。但し

Q： 舵輪のトルク (kg-m)

n： 舵輪の廻転速度 (回/秒 rev/sec)

従つて舵中央位置から舵角 α まで舵を取るに要する操舵時間 t_α（秒）は次の様になる。

$$t_\alpha=\frac{1}{4\pi\eta_t}\int_0^\alpha M d\alpha \quad \cdots\cdots(10)$$

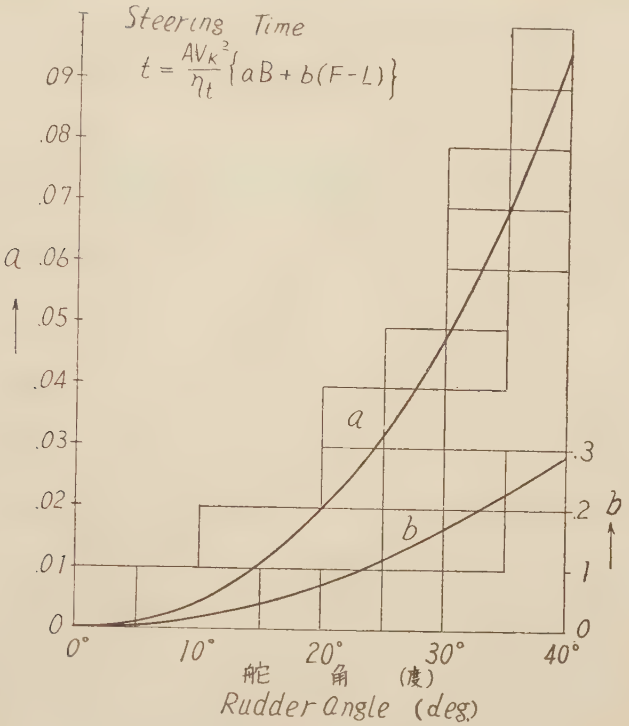
又は

$$=\frac{AV_k^2}{4\pi\eta_t}\int_0^\alpha p_\alpha(x_\alpha B+F-L)\,d\alpha$$

但し各記号は(1)(2)(5)(7)に示す通りで、若し Beaufoy Joessel の式を用いるとすると、

$$t_\alpha=\frac{AV_k^2}{\eta_t}\{aB+b(F-L)\} \quad \cdots\cdots(11)$$

となる。但し



第　9　図

a, b :　舵角により異る係数で第9図の様になる。

t_α :　舵中央から舵角 α 度まで操舵するに要する時間（秒）

B :　舵の有効巾（m）

F :　舵軸の摩擦モーメントの腕長（m）で(5)式の通

A :　舵面積（m^2）

V_k :　船の速力（kt）

η_t :　操舵系の伝達効率で(7)の通

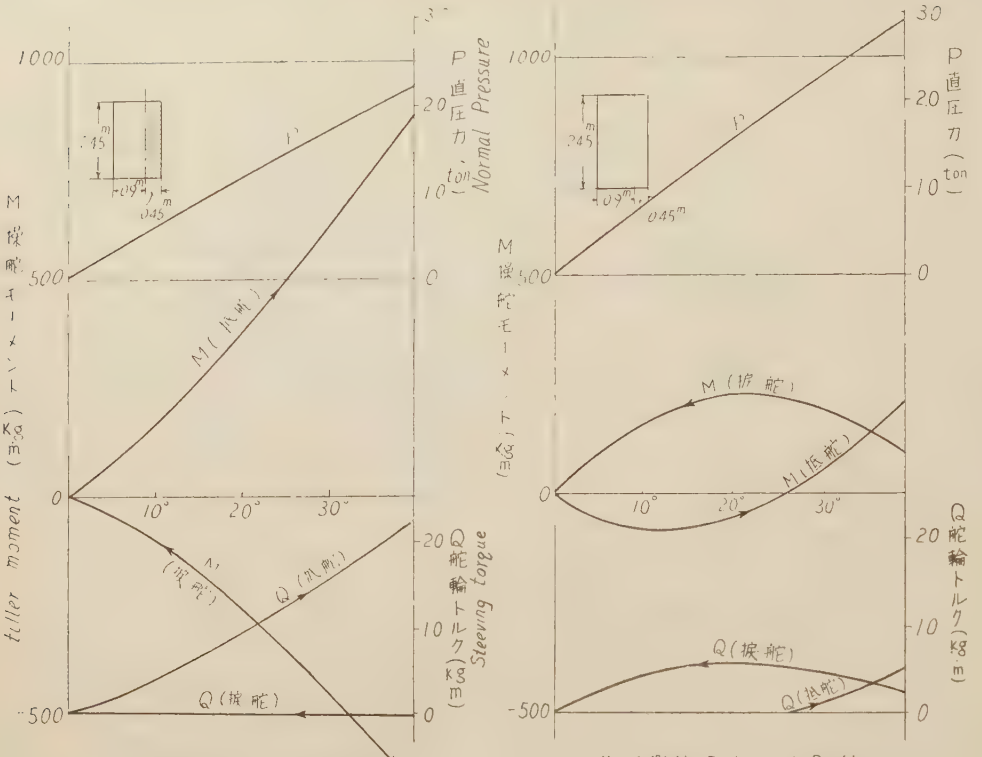
L :　舵の前縁から舵軸までの距離（m）

此等の関係を用いて算出すると第2表の様になり、実測値と甚しい差はない。尚最大舵角から舵中央に捩す場合は、第7節に述べた様にウオームのリード角を選んであれば、現在の舵の形状では舵輪の抵抗を殆ど感じないで数秒以内に戻る筈である。

8. 平　衡　舵

現在の木造漁船の大部分は推進器周囲の整流覆と舵柱が一体に形成され、此の後に密接して非平衡舵が取付けられている。従つて今直に平衡舵に置換えることは困難であるが、推進器附近の船尾構造の研究を行えば、不可能とは思われないので、若し平衡舵を用いたとすれば操舵上如何に楽になるかを調べて見る。

幅 450 粍の固定板に 2.2 平方米の**蝶番舵**を取付けた場合とこの固定板と舵を合せた面積を持つ 2.9 平方米（従つて水圧力も大きく重い筈であるが）の**平衡舵**の前縁から 450 粍の処に舵軸を設けた場合の舵軸モーメントを比較して見ると第 10 図の様になる。但し本図ではモーメント M は舵の廻転方向と同方向に作用する時は正に、逆に作用する時を負にしてある。此の例では平衡舵の方が面積が大きいので、直圧力は蝶番舵



(a) 非平衡舵 Unbalanced Rudder　　　　(b) 平衡舵 Balanced Rudder

第　　10　　図

より 30% も大きいにも不拘、最大の舵軸モーメントは $^1/_3$ にも足りない位である。但し平衡舵の特徴として此の例では舵を取る場合は舵中央から舵角 25° 附近までは寧ろ水圧により舵が廻わされるので、舵輪に抵抗を殆ど感ぜず、25度から 40 度位になつてやつと最大値に達するが、蝶番舵に比して遙かに小さい。舵を戻す場合は、蝶番舵は全く軽く戻せるが、平衡舵では力を必要とする。即ち舵角 40 度から 20 度まで次第に大きな力を要し、20 度から舵中央までは再び減少する。然し此の 20 度附近の最大値と云えども、蝶番舵 40 度のモーメントが約 800 瓩・米なのに較べて僅か 250 瓩・米位に過ぎない。万一の事故として舵軸と操舵機械との連結部が破断して舵が自由に解放された状態になると、蝶番舵では舵中央の附近に留つているが、平衡舵では、或る舵角――本例では略 26 度附近――に留ることになるので、船は旋回し続けることになつて終うのが欠点である。

然し乍ら、人力操舵では極度に力を節減したいのであるから、此の欠点を何等かの方法で補つて、操船を容易にする様に研究努力すべきであろう。

む　す　び

以上で木造漁船の操舵機構の概要について、概括的な検討を行つた訳であるが、今回の実験例でも、船が全力で航行して居る時は、操舵時間は検査規則通りに納め得るが、舵輪の操作は如何にも重過ぎる。二人で舵輪を廻すのもやつとで、一人で操舵する時は、将に渾身の力を振絞らねばならぬ。此れでは衝突其の他の

危険を回避する際の事を考えると恐しい気がするし、早急に改善を計らねばならないものと思われる。今迄の各項を取纏めて、仮りに改善の目標を示すと

(1) 操舵機械の改善により現在約 40% の効率を 60% 以上に引上げる。

(2) 舵板の水圧によるモーメントを現在の約 $^2/_3$ 以下に留める。

と言うことになる。若しこれが可能であるとすると舵輪の操舵力は現在の半分で済む筈であつて、此の為には操舵機械として平歯車による機構を検討し、舵は平衡舵を装備する方が有利であろう。

和船型の船型試験成績

小　林　　務

Series Model Tank Tests of Japanese-type Fishing Boat

Tsutomu Kobayashi

ABSTRACT

It is considered as a distinctive character that compared with European fishing boats Japanese-type fishing boats have much slender hull with straight frame lines and knuckles on all the length of bilge turns. It is, therefore, expected that there must be various specific features in their towing character, but no data of this matter have been found up to now. On this account serial tank tests with several models and characteristical investigation are planned in the FBL tank.

As for the variation system of serial models, the 1/5.5 hull of the research boat *Akatsuki* (L=11.0 m, B_{mld}=2.2 m, D=0.7 m, L/B_{mld}=5.0, β_0=0.8, cf. Report No. 3) is selected as a parent model and 2 series are decided; the one consists of 3 models with length-breadth ratio L/B_{mld}=4, 5 and 6 respectively, and the other of 3 models with midship sectional area coefficient β_0=0.7, 0.8 and 0.9 respectively. All models are tested at 9 conditions—3 kinds of even drafts and trimmed by the bow and stern.

These results are showed in both EHP and residual resistance coefficient C_w, using the following formula,

$$R_f=\sigma\lambda\{1+0.0043(15-t)\}SV^{1.825}$$

$$C_w=R_w\Big/\frac{1}{2}\rho\nabla^{\frac{2}{3}}V^2$$

The results are summarized as follows:

1. Test results about EHP

a. Series of L/B_{mld} variation

(1) In the comparison at the common displacement of 6.2 tons, EHP at the speed of more than 7 knots decreases as L/B_{mld} becomes larger. For example, at 8.5 knots, EHP of the model with L/B_{mld}=6 is about 12% less than that of the model with L/B_{mld}=4.

(2) As for the influence of trim, EHP at even keel shows minimum in the range of high speed in any case of L/Bmld=6, 5 or 4. For example, at 8.5 knots EHP of every model at even keel is 6~9% less than that trimmed.

b. Series of β_0 variation

In the comparison at the common displacement of 6.4 tons and 6.8 tons, at speed above 7 knots EHP of a model with β_0 neighbouring 0.8 of the parent (rise of floor is 13°) is maximum, but at lower speed the difference of EHP can hardly be found.

2. Test results about C_w

a. Series of L/B_{mld} variation

(1) In either case where breadth B is extended with breadth-draft ratio B/T or draft T being kept constant, C_w becomes larger.

(2) When draft T is deepened with midship sectional area being kept constant (*viz.* this corresponds to widening B on account of the fixed rise of floor), C_w becomes larger.

(3) In the range above $V/\sqrt{Lg}=0.36$ when B is widened (*viz.* draft becomes shallow) at the common displacement of 6.0 tons and 6.2 tons, C_w at B=2.3 m (near the B of parent model) reaches maximum. In case of depening draft (*viz.* reducing B), C_w at T=0.56~0.57 m is found to be the largest.

b. Series of β_0 variation

(1) When β is above 0.68, as B/T is made larger (*viz.* T and rise of floor decrease), C_w gets smaller. This inclination becomes distinct with the increae of β.

(2) In the range of $V/\sqrt{Lg}$ under 0.3~0.32, as β is made larger (*viz.* T and rise of floor decrease on account of fixed B) C_w becomes smaller at the common displacement of 6.4 and 6.6 tons; and in the range of $V/\sqrt{Lg}$ above 0.36 C_w at β=0.7~0.72 (near the β of parent model) shows maximum.

概　　要

和船型漁船の船型は一般の洋型漁船のそれに較べて著しく瘠型であり、肋骨線形状が直線を成し、彎曲部には全長に及ぶ稜線を有するのが特徴である。従つてその抵抗特性にも種々の特色が認められる筈であるが、従来これに関しては何等の資料がないので、若干の系統模型による水槽試験を行つて、その特性を調査することにした。

系統模型の系列としては、実験船「あかつき」(L=11.0 m, B_{mld}=2.2 m, D=0.7 m, L/B_{mld}=5.0, β_0=0.8) の 2/11 を母型として、それぞれ長さ巾比 L/B_{mld}=4, 5, 6 の3種、中央横断面係数 β_0=0.7, 0.8, 0.9 の3種に変化したものを用いた。試験は夫々吃水を等しくして、各3段階の排水量につき行い、更に艏及び艉トリムの場合も実施している。

試験成績は有効馬力と造波抵抗係数 C_w の両様式によつて表示し、算式としては

$$R_f=\sigma\lambda\{1+0.0043(15-t)\}SV^{1.825}$$

$$C_w=R_w\Big/\frac{1}{2}\rho\nabla^{\frac{2}{3}}V^2$$

を使用している。成績を要約すると次の様になる。

(1) 有効馬力による試験成績

a. 長さ巾比 L/B_{mld} 変化の系統

1. 排水量 6.2 瓲の時には、速力7節以上では L/B_{mld} が大きい程 EHP は少い。例えば 8.5 節では L/B_{mld}=6 の EHP は L/B_{mld}=4 の EHP よりも約 12% 少い。

2. トリムによる差異は L/B_{mld} が 6, 5, 4 の何れについても、高速部分では Even Keel が最小値を示す。例えば 8.5 節では何れのトリム状態よりも 6~9% 少い。

b. 中央横断面係数 β_0 変化の系統

排水量 6.4 瓲及 6.8 瓲の時、速力が7節以上では、母型 (Rise of Floor=13°) の β_0=0.8 附近で EHP は最大であるが、これ以下では差異は殆んどないと云つて良い位小さいものである。

(2) 造波抵抗係数による試験成績

a. L/B_{mld} 変化の系統

1. 巾吃水比 B/T を一定にして、幅 B をひろげても、又 T を一定にして幅 B をひろげても C_w は大きくなる。

2. 中央横断面係数 β を一定に保ちながら吃水 T を深くする (Rise of Floor 一定の為に、幅 B を拡げることである) と C_w は大きくなる。

3. 排水量 6.0 瓲と 6.2 瓲の時に、幅 B を拡げると (吃水 T は浅くなる) $V/\sqrt{Lg}$ が 0.36 以上では、B=2.3 m (母型に近い) のところで C_w は最大となる。又、吃水 T を深くする (幅 B を狭める) 場

合も、T＝0.56～0.57 m 附近で C_w が最高になる。

b．β_0 変化の系統

1. β=0.68 より大きい時は、B/T が大きくなる（T と Rise of Floor が小さくなる）と、C_w は減少する。尚、この傾向は β の大なる程顕著である。

2. 排水量 6.4 瓲と 6.6 瓲について、$V/\sqrt{Lg}$ 0.30～0.32 以下では β が大きくなると（B 一定の為、T と Rise of Floor が小さくなる）、C_w は小さくなるが、0.36 以上では β=0.70～0.72（母型に近い）の時 C_w が最大となる。

項　　目

まえがき
1. 試験要領
　（1）模型の変型
　（2）試験方法及び試験状態
2. 試験成績
　（1）有効馬力に依る試験成績
　　a．L/B_{mld} 変化の系統
　　b．β_0 変化の系統
　（2）造波抵抗係数に依る試験成績
　　a．L/B_{mld} 変化の系統
　　b．β_0 変化の系統
むすび

まえがき

周知の如く本邦漁船の船型には、伝来のいわゆる和船型と洋型、及び和洋折衷型の三型式がある。船型学の見地よりすれば、いずれの船型の場合にあつても、その主要素は L, B, D と中央横断面の形状であることに間違いないが、実際に専ら和船型漁船を建造している造船所について見ると、設計上の主要素を船の長さと肩巾及び深さ、それに敷の寸法と棚の傾斜として考えているのが通例のようであつて、これらの諸数値が決まると木外板の曲り具合から線図は自然に定まつてくる訳である。これら諸要素の数値的組合せについては多少地方的特殊性の認められる場合もないではないが、むしろそれぞれの造船所の伝承をただ墨守しているのではないかと見られる場合も相当多いようである。

和船型漁船の L, B, D の比にも相当な変化のあることは、既に技報第 2 号の「和船型実験船の計画概要について」に例示した通りであるが、船型的にはこれ以外に棚の傾斜、即ち船底勾配がかなりの範囲に亙つて変化して居り、実験船「あかつき」計画の場合には、これらの諸要素を略々全国的数値の平均と目される値にとつたことは同報告中に述べられた通りである。本船の実用範囲に於ける船型上の諸係数は等吃水時に於いて柱形肥瘠係数φ＝0.57～0.66、中央横断面係数β＝0.68～0.73、$\Gamma/\left(\frac{L}{10}\right)^3$＝4.6～5.8、B/T＝3.6～4.2 であつて、一般の洋型船に比し非常に瘠型であるこが判る。これは一般に和船型が小型漁船に限られているために比較的高い速度を要求される点から考えても当然の帰結であり、一般の洋型船の速力がフルード数 0.3 前後であるのに対し、「あかつき」の場合の如きは 0.4 を越える高い値になつている位である。

和船型船型は肋骨線が直線を成し、彎曲部稜線が船の全長に亙つているのが著しい特徴であつて、その横断面形状よりすればV型滑走艇に一脈通ずる特異なものであり、従つてその抵抗特性も一般洋型船型のそれとは自ら異なる筈である。従来この種の船型に関しては水槽試験の行われた例がないので、既述の如き種々

の和船型船型の抵抗性能の優劣を判定すべき資料を全然欠いていた。これが検討の為には広汎な系統模型試験を行う必要があるが、その系統模型の変化方式を従来 Taylor 等の採用した方式に倣うとすれば非常に多数の模型を準備せねばならない。和船型の漁船界に占める地位よりすれば、余りに多大な犠牲を払うことにも若干の疑問があるので、Taylor のそれよりも少し目の粗い方式で和船型漁船の実情を略々包含するような系統模型を案劃し、これらの試験成績より任意船型の抵抗性能を判定する手掛りを求めようと試みた。即ち本実験に於ては巾吃水比の変化3種、中央横断面係数の変化3種の模型に就て水槽試験を行い、これにより抵抗性能変化の概略の傾向を捕捉しようとしたのである。

以下、試験要領並びに試験成績を紹介し、若干の考察を試みることにする。

1. 試験要領

(1) 模型の変型

和船型の系統的変型をするに当り、技報第2号に既述の通り、実験船「あかつき」は、凡ゆる和船型の略々平均の主要目を有するように選定されているので、これを母型に選んだ。実船の主要目は次の通りである。

L　11.00 米

B　2.26 米　(型幅 B_{mld}=2.20 米)

D　0.70 米

母型の実験時の諸要素は第1表の通りである。

第 1 表

	トリム	Δ (t)	T (m)	$\nabla/\left(\frac{L}{10}\right)^3$	φ	B/T
軽荷状態	艏 0.0183 L	5.335	0.538	4.806	.565	4.21
	0	〃	0.523	4.575	.590	4.33
	艉 0.0423 L	〃	0.483	4.143	.664	4.69
半載状態	艏 0.03 L	6.000	0.575	5.373	.578	3.93
	0	〃	0.558	5.104	.602	4.05
	艉 0.03 L	〃	0.531	4.687	.648	4.26
満載状態	艏 0.025 L	7.000	0.629	5.751	.598	3.59
	0	〃	0.612	5.786	.620	3.69
	艉 0.03 L	〃	0.587	5.159	.655	3.85

この横断面係数 β_0=0.80、長さ幅比 L/B_{mld}=5.0 であるから、これを基にして次の如き系統模型を作ることにした。

$$\begin{cases} \beta_0=0.70, \quad 0.80, \quad 0.90 \\ L/B_{mld}=4.0, \quad 5.0, \quad 6.0 \end{cases}$$

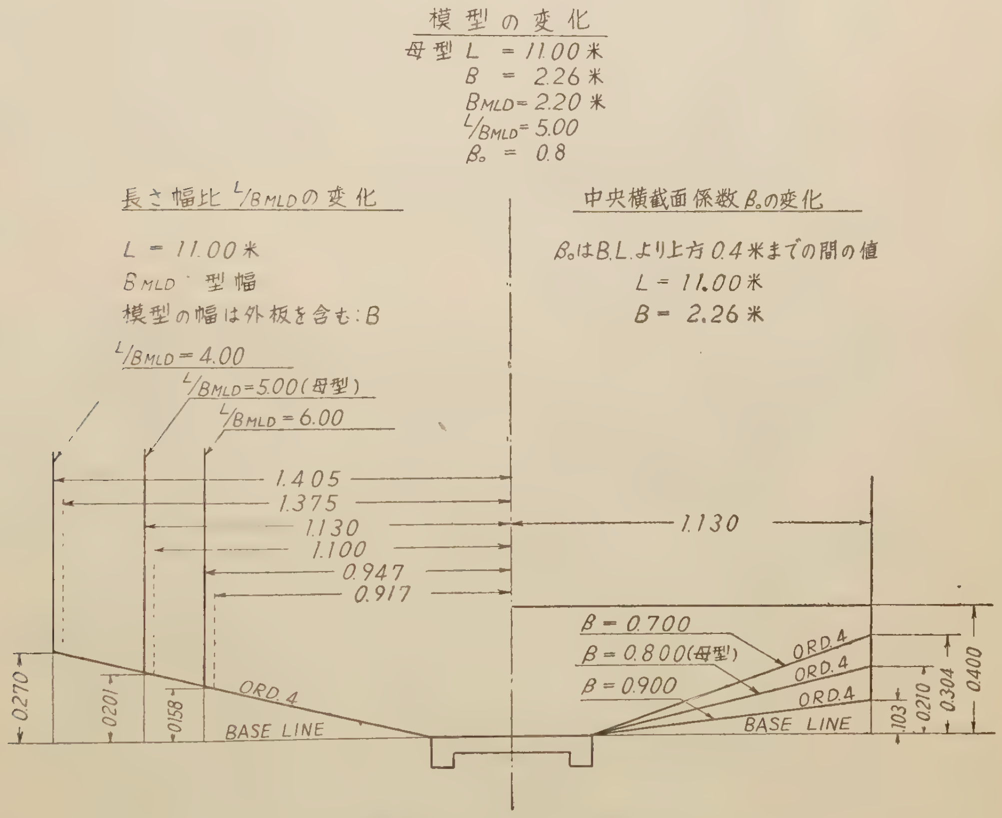
茲に、β_0 は最大幅で最大横断面積を持つ第4垂線に於て、幅(外板を含む) B、吃水 0.1 米(基線)から 0.5 米(基線上 0.4 米)までの間の値を取つている。母型の β_0 は 0.80 であるから、B を一定に保ちつつ船底勾配を変化して β_0=0.70 及び 0.90 を決定した。

又、L/B_{mld} は垂線間長 L 及び型幅 B_{mld} を使した時の値を取つている。母型の値が 5.0 であるから、L と船底勾配を一定に保ちつつ、B_{mld} を変化させて 4.0 及び 6.0 を決定した。

尚、全長に亘る稜線の処置として、β_0 変化の船型については、第 4 垂線上の稜線の位置は自から定まるが、この前後では、稜線の高さは母型のそれに略々平行に上或は下に移動させて求めた。稜線の幅は母型に等しくし、甲板の幅は変化しなかつた。但し、$\beta_0=0.70$ の船型の船首部のみは、稜線の上方移動に伴つて、甲板の幅が広すぎて不自然な形となつたので、これをせばめた。又、L/B_{mld} 変化の船型については、第 4 垂線上の稜線の位置は、同様に自から定まるが、この前後では、稜線の高さ及び幅は、母型に略々平行に上或は下に移動させ、甲板の幅もそれに伴つて増減した。

之等の変型の方法を第 1 図に示した。第 2 図の(A)には母型 (L/B_{mld}=5.0, $\beta_0=0.80$) を示し、(B)及び(C)に夫々 L/B_{mld}=4.0 及び 6.0 の船型を、又、(D)及び(E)に夫々 $\beta_0=0.70$ 及び 0.90 の船型を示している。

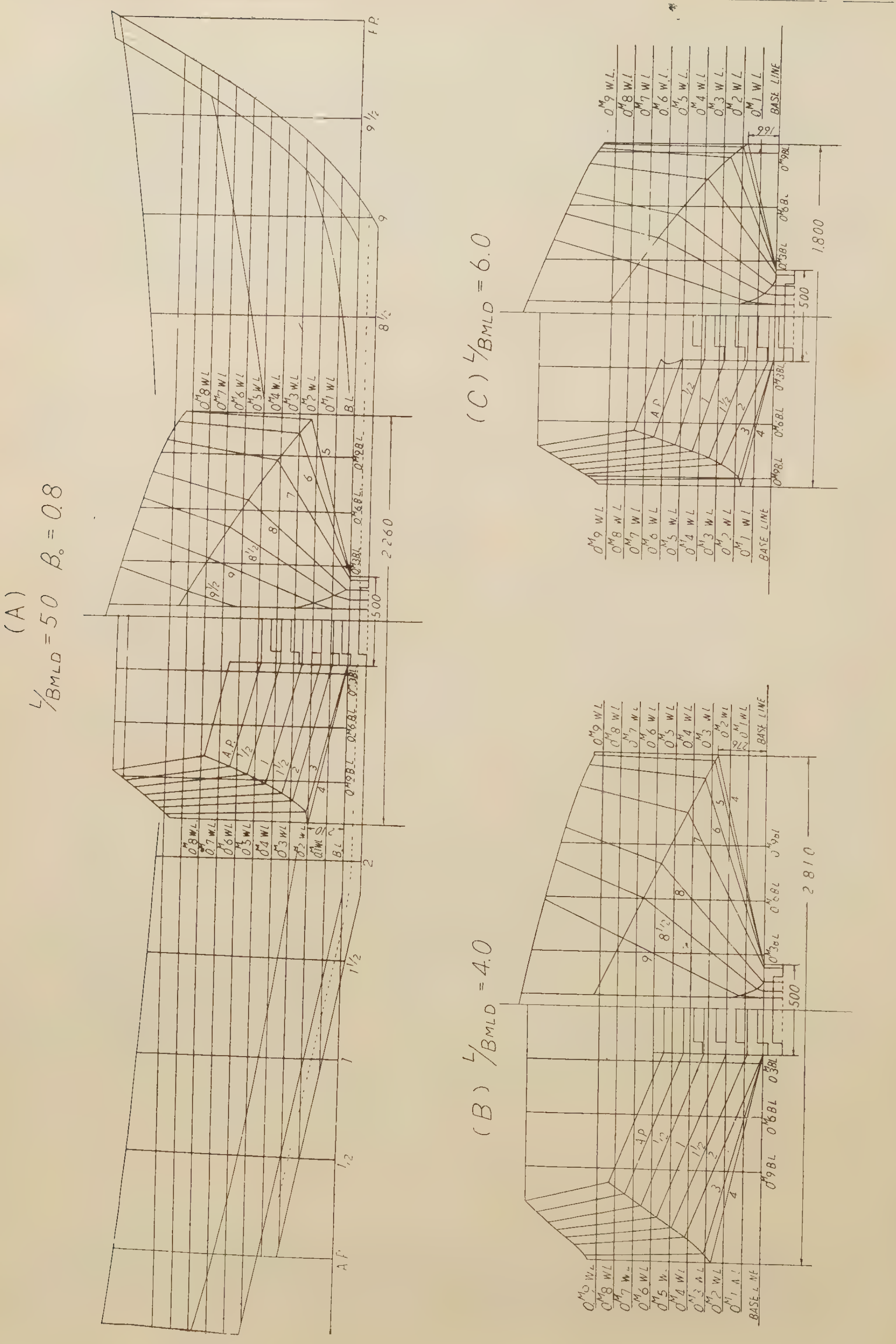
模型は総べてパラフイン製 2 米模型を使用した。

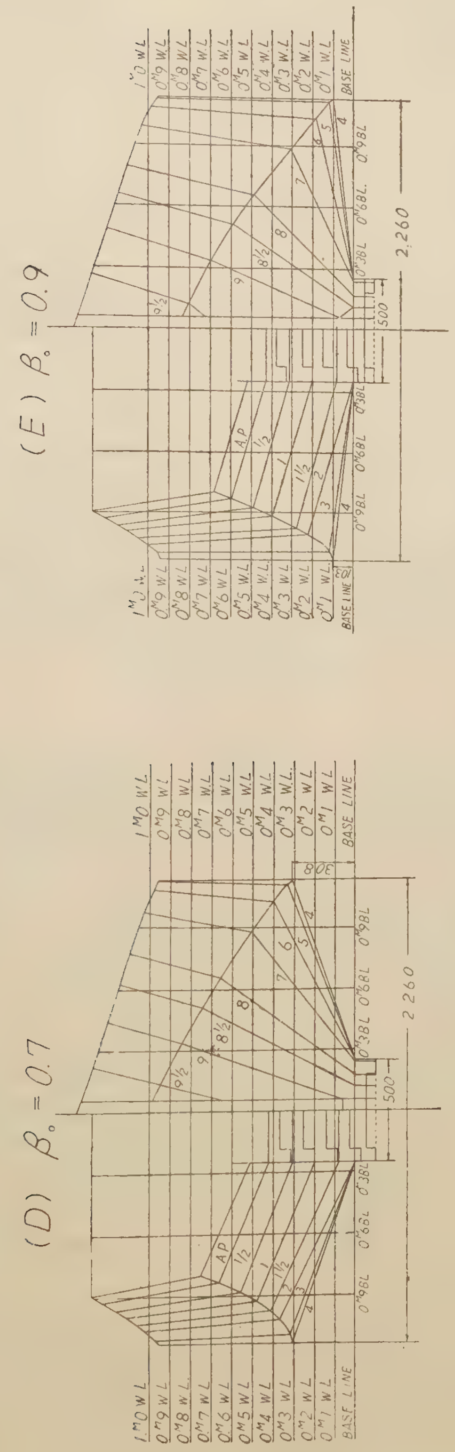


第　1　図

(2)　試験方法及び試験状態

試験は各船型共にイーブンキールを母型の試験の際の吃水に等しくして、軽荷、半載及び満載状態について実施した。従つて、この時の排水量は船型毎に異つている。しかし、初期トリムの変化は、イーブンキールの排水量に等しくして、船首トリムと船尾トリムについて実施した。そこで、等しいトリムの時でもその


(A)
L/BMLD = 5.0 β0 = 0.8
(B) L/BMLD = 4.0
(C) L/BMLD = 6.0
2260
2810
1800
500



第 2 図

吃水は、船型毎に異つている。トリムの量は

	船首トリム	船尾トリム
軽 荷 状 態	0.02 L	0.04 L
半 載 状 態	0.03 L	0.03 L
満 載 状 態	0.025 L	0.03 L

を目標にしたが、船型に依つては、このトリムを取り得ないものも二，三あつた。

依つて試験は、各船型を軽荷、半載及び満載状態の夫々について、初期トリムを3変化させて、9状態について実施した。

この試験を通じて、抵抗に影響を及ぼす船型の主要素 B/T, $\nabla/\left(\frac{L}{10}\right)^3$ 及び柱形肥痩係数 φ の変化範囲は次の通りである。

	B/T	$\nabla/\left(\frac{L}{10}\right)^3$	φ
イーブンキール	3.1 ～ 5.4	3.9 ～ 6.1	.59 ～ .68
船 首 ト リ ム	3.0 ～ 5.3	4.2 ～ 6.6	.57 ～ .64
船 尾 ト リ ム	3.2 ～ 5.7	3.8 ～ 6.0	.61 ～ .73

玆に、$\nabla/\left(\frac{L}{10}\right)^3$ の L は水線長を使用している。B/T の B は外板を含んだ幅を、T は竜骨下面からを取つている。又、φ を算出する際の横断面積は最大面積を有する断面の竜骨下面からを取り、吃水は同様に竜骨下面から取つている。又、長さは垂線間長を取つている。

2. 試 験 成 績

(1) 有効馬力に依る試験成績

各船型の抵抗測定値を有効馬力に換算し、これを船型毎に、有効馬力曲線と、排水量変化に関する交叉曲線及び初期トリム変化に関する交叉曲線に表わした。之等を L/B_{mld} を変化させた系列と β_0 を変化させた系列に分けて若干の系統的考察を試みることにする。

a. 長さ型巾比 L/B_{mld} 変化の系統

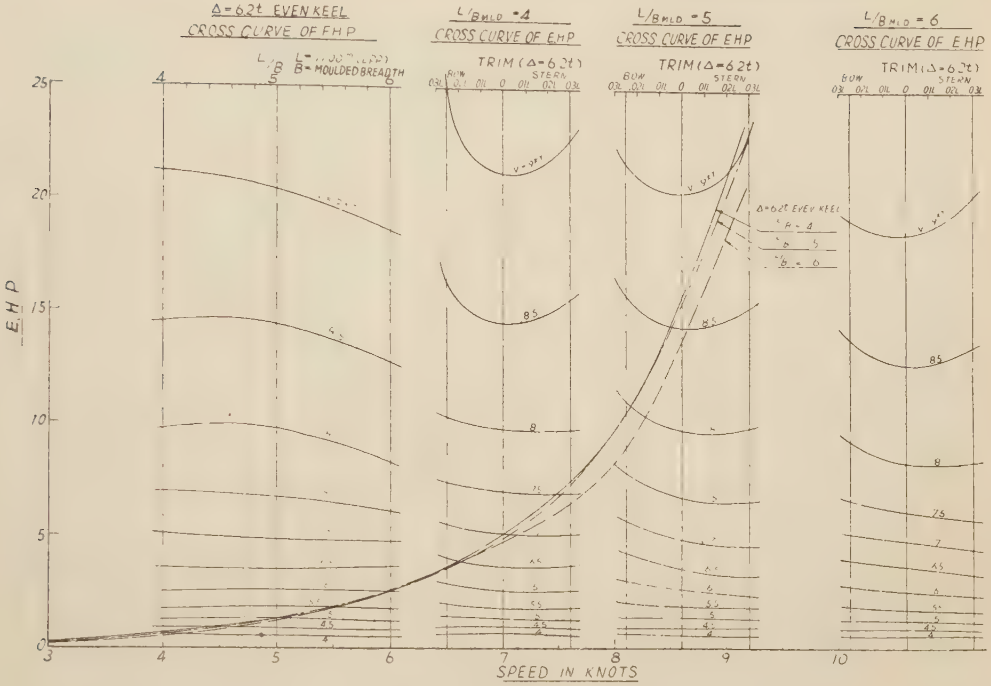
L/B_{mld} が 4.0, 5.0 及び 6.0 の船型毎の有効馬力及び交叉曲線に於いて、3船型の排水量が等しくなるのは6.2 瓩の附近となる。前記有効馬力及び交叉曲線から、排水量6.2 瓩、イーブンキールに於ける有効馬力曲線を求めると第3図の様になる。又、本図には、船型毎に、船首トリム 0.025 L から船尾トリム 0.03 L の範囲内の、初期トリム変化に依る有効馬力を交叉曲線の形に表示している。

イーブンキールに於ける B の変化、即ち、L/B による有効馬力の変化は第3図の通りで、7節までは殆んど差異は認められないが、これ以上になると、L/B の大なる程（即ち、幅の狭い程）有効馬力は少なく、速力 8.5kts 及び 9kts では L/B=6 の有効馬力は L/B=4 のそれよりも約 12% 少ない結果となつている。

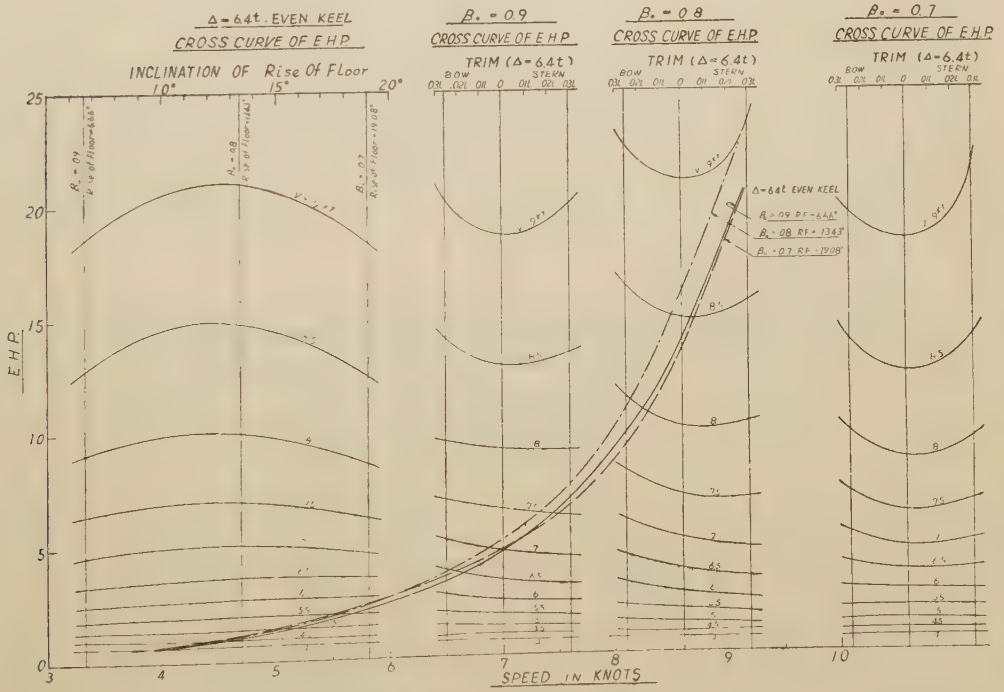
次に、トリムによる有効馬力の変化を比較すると、各状態に於ける交叉曲線に示した様に、8 kts 以上の速力ではイーブンキールの場合が最小の様で、速力 8.5kts では、何れのトリム状態よりも 6～9% 程度少ない。8kts 以下では、船尾トリムする程有効馬力は少ない傾向があるが、差異そのものは極めて小さい。

b. 中央横断面係数 β_0 変化の系統

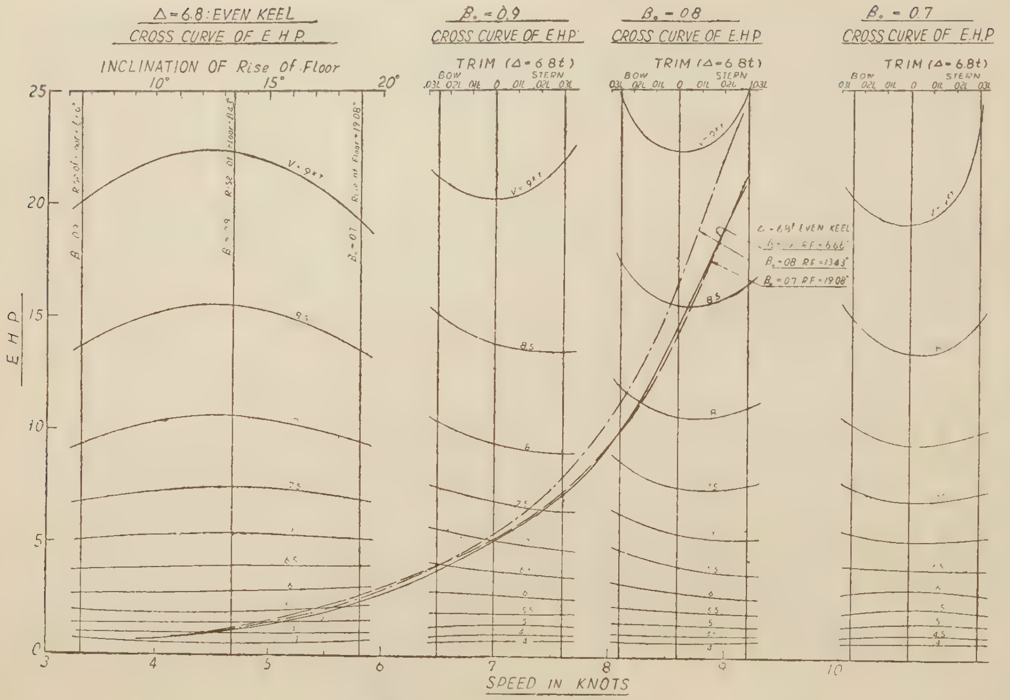
前と同時に、β_0 が 0.7, 0.8 及び 0.9 の3船型の試験時の排水量が重なる範囲は、6.4 瓩から 6.8 瓩前後なので、6.4 瓩と 6.8 瓩に於いて比較してみた。各船型毎の有効馬力及び交叉曲線から、排水量 6.4 瓩、イーブンキールに於ける有効馬力曲線を求めると第4図の通りである。又、本図には、各船型毎に、イーブンキールの状態から、船首へ 0.025 L、船尾へ 0.03 L トリムさせた範囲の、初期トリムに依る有効馬力の変化を交叉曲線の形に表示した。同様な手順で、排水量 6.8 瓩について表わすと第5図の通りである。


Δ=6.2t EVEN KEEL
CROSS CURVE OF EHP
L/B L=LPP
B=MOULDED BREADTH
L/BMLD =4
CROSS CURVE OF E.HP
L/BMLD =5
CROSS CURVE OF EHP
L/BMLD =6
CROSS CURVE OF EHP
TRIM (Δ=6.2t)
BOW
STERN
Δ=6.2t EVEN KEEL
EHP
SPEED IN KNOTS

第 3 図


Δ=6.4t. EVEN KEEL
CROSS CURVE OF E.H.P.
INCLINATION OF Rise Of Floor
β. = 0.9
CROSS CURVE OF E.H.P
β. = 0.8
CROSS CURVE OF E.H.P.
β. = 0.7
CROSS CURVE OF E.H.P.
TRIM (Δ=6.4t)
BOW
STERN
Δ=6.4t EVEN KEEL
EHP
SPEED IN KNOTS

第 4 図



第 5 図

排水量を 6.4 瓲と 6.8 瓲にとつて見たが、第 4 図及び第 5 図に示すように、以下に述べる様な各船間の傾向には、本質的な差異は殆んどないと見てよい。

β_0 を変化するに当つて、今回の変型法では、船底勾配を夫々 19.1°, 13.4°, 6.7° の様に変えることによつて、$\beta_0=0.7,\ 0.8,\ 0.9$ を得ている。そこで、β_0 による有効馬力の変化の模様を、船底勾配によつて比較してみると、イーブンキールでは、第 4 図及び第 5 図の様になる。この図から見ると、6.5 節以下の速力では殆んど差異はないと見てよいが、7 kts 以上の速力では、船底勾配 13° 附近で有効馬力は最大値を示し、これよりも大きいか或は小さい程、有効馬力は小さくなつている。即ち、和船型の船底勾配を決定するに当つては、この様な性質があることを考えた方がよい。

（2） 造波抵抗係数に依る試験成績

先づ、各船型の軽荷、半載及び満載状態の夫々について、イーブンキール、船首トリム及び船尾トリム、都合 9 状態の実測抵抗値を造波抵抗係数 C_w に換算した。C_w の算出には次式を用いた。

$$R_f=\sigma\lambda\{1+0.0043(15-t)\}SV^{1.825}$$

$$C_w=R_w\bigg/\frac{1}{2}\rho\nabla^{\frac{2}{3}}V^2$$

この C_w を $V/\sqrt{Lg}$ を基底とする C_w 曲線に表わした。以下に、イーブンキールの場合について、L/B_{mld} 変化と β_0 変化の系列に分けて考察することにする。各船型の試験時の、B, T, L/B, β, $\varDelta$, φ は第 2 表の通りである。玆に T は竜骨下面からを取り、B は外板を含んでいる。又、L は垂線間長である。

a. L/B_{mld} 変化の系統

（イ） 船の長さを一定として、幅と吃水を、B/T が一定の関係を保ちながら変へた時の C_w の変化を求めた。第 6 図には B/T=3.5, 4.0 及び 4.5 の時に、T を変化させた場合を示している。之によると、B/T

第　2　表

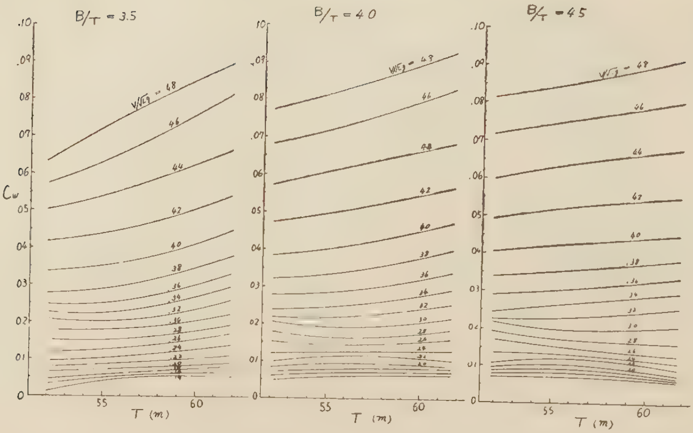
模型の変化		T (m)	B (m)	Δ (t)	L/B	B/T	β	φ
L/B_{mld} の変化	4.0	.523	2.81	6.000	3.915	5.38	.613	.617
		.558	〃	6.726	〃	5.03	.637	.614
		.612	〃	7.800	〃	4.59	.669	.625
	5.0	.523	2.26	5.335	4.867	4.33	.679	.590
		.558	〃	6.000	〃	4.05	.700	.602
		.612	〃	7.000	〃	3.69	.726	.620
	6.0	.523	1.893	4.550	5.810	3.62	.690	.580
		.558	〃	5.194	〃	3.39	.710	.602
		.612	〃	6.170	〃	3.09	.735	.630
β_0 の変化	0.7	.523	2.26	5.044	4.867	4.33	.607	.622
		.558	〃	5.850	〃	4.05	.632	.650
		.612	〃	6.847	〃	3.69	.665	.682
	0.8	.523	2.26	5.335	4.867	4.33	.679	.590
		.558	〃	6.000	〃	4.05	.700	.602
		.612	〃	7.000	〃	3.69	.726	.620
	0.9	.523	2.26	6.354	4.867	4.33	.759	.629
		.558	〃	6.821	〃	4.05	.774	.619
		.612	〃	7.913	〃	3.69	.794	.640

が一定である為に、吃水を深くするに従つて幅も広くなり、その C_w も増大する傾向である。又、此から、同じ吃水で幅の大小に依る関係も見ることが出来る。即ち、B/T を一定として幅を増加しても、又、吃水 T を一定として幅を増加しても C_w が大きくなる。

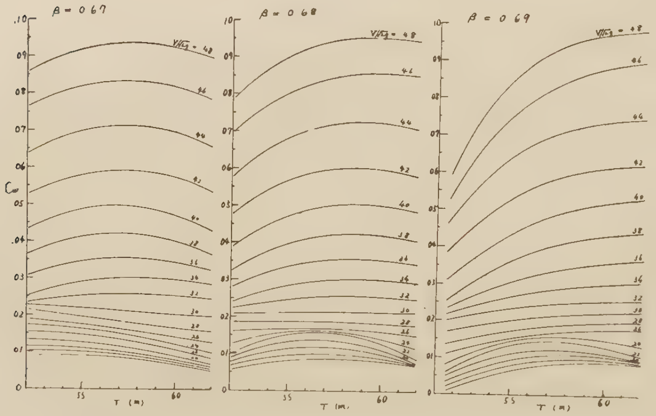
次に、横断面係数 β を用いて、吃水の変化が C_w に及ぼす影響を求めてみた。第 7 図には $\beta=0.67$, 0.68 及び 0.69 の各々について、T が変化する場合を示している。β を一定に保ちながら吃水を深くすると、(船底勾配が定つているために、結局は幅も拡げることであるが) C_w の値が大きくなる傾向である。特に半載状態の吃水附近が著しく高くなつている。

(ロ)　排水重が常に一定になる様に、幅及び吃水を変へると如何様に C_w に影響するかを求めると、第 8 図と第 9 図の様になる。

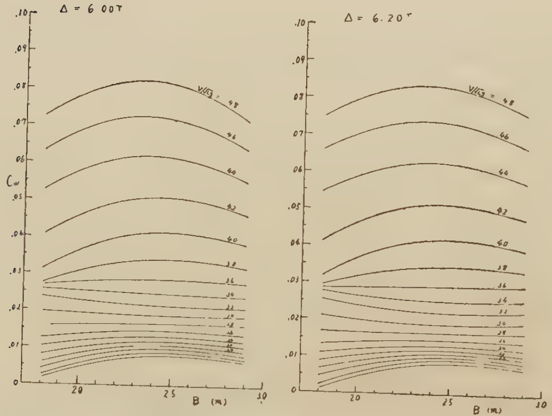
排水量 6.0 瓲と 6.2 瓲に於て、幅を次第に拡げると（船底勾配が一定の為に、吃水は次第に浅くなる)、$V/\sqrt{Lg}$ が 0.36 以上の部分に於いては、C_w は母型に近い 2.3 米の幅のところで最大となる。これ以下の $V/\sqrt{Lg}$ では、大きい変化は見当らない。この傾向は、排水量が 6.0 瓲と 6.2 瓲の時に、吃水を漸次増大



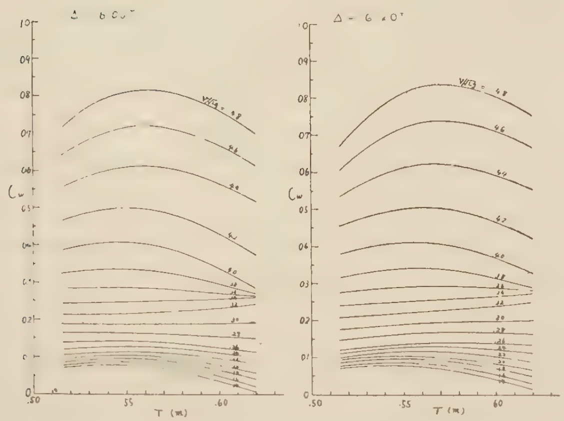
第 6 図



第 7 図



第 8 図

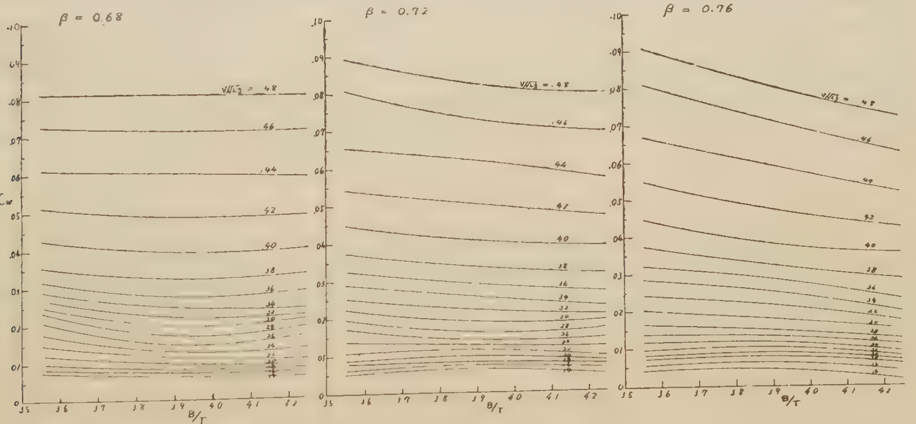


第　9　図

して行つた場合にも同様で、T が 0.56～0.57 米附近で C_w が高くなつている。

b.　β_0 の変化の系統

（イ）　船の長さを一定、又、幅も一定に保ちながら、船底勾配を変化させた系列である。この系列では、或る一定の船底勾配に於ては、吃水を深くして行けば β は次第に大きくなり、又、或る一定の吃水のままで、船底勾配を大きくして行けば β は次第に小さくなる。ところが、任意の β になる様に、吃水と船底勾配を組合わすことが出来る。即ち、β が一定である為には、船底勾配が大きくなるに従つて吃水が深くならなければならない。そこで、β が一定の時に B/T の変化の影響を考えて見た。玆に、B/T の B は一定であるから、吃水 T の変化の影響と考えてよい。第 10 図には、β=0.68, 0.72, 0.76 の夫々について示した。



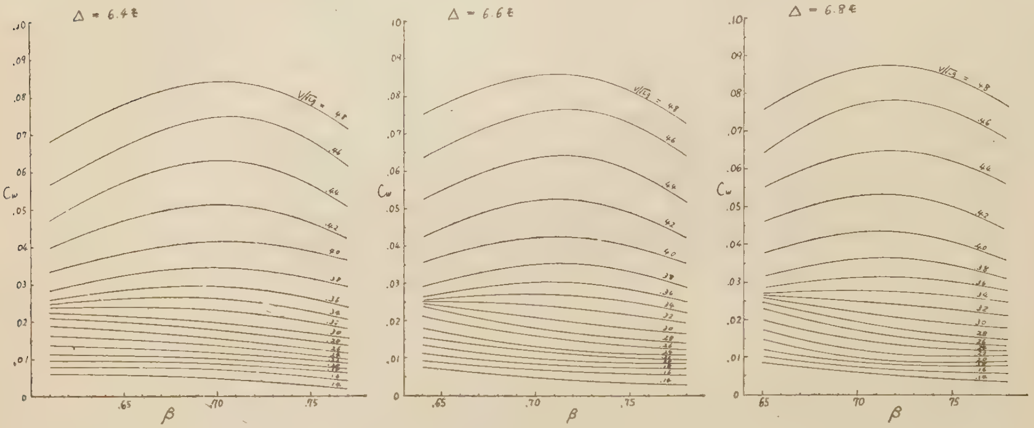
第　10　図

β が 0.68 の時には、B/T の変化が C_w に及ぼす影響は、$V/\sqrt{Lg}$ が 0.36 以上では殆んどない。しかし、β が 0.68 よりも小さい時には、B/T が大きくなる（吃水が浅くなり、船底勾配は小さくなる）と、僅かに C_w は高くなる。β が 0.68 よりも大きくなると、B/T の増大に伴つて C_w は減少している。又、β が大きくなる程この傾向は強い様である。

結果としては、横断面係数 β が小さい時には、吃水が深くて、船底勾配の大きい船形が僅かに有利の様で

あるが、β が大きくなるに従つて、逆に、吃水が浅くて船底勾配が小さい船型の方が有利である。

（ロ）　排水量が一定になる β の値は多数あるわけである。（幅が一定で吃水と船底勾配が変化する）そこで、排水量 6.4 瓲と 6.6 瓲及び 6.8 瓲について、β の変化が C_w に及ぼす影響を考へ、第 11 図に示した。



第　　　11　　　図

これに依ると、$V/\sqrt{Lg}$ が 0.30～0.32 以下に低い時は、β が大きくなるに従つて C_w は小さくなるが、$V/\sqrt{Lg}$ が 0.36 以上の高い所では、β が 0.70～0.72 附近に於て、C_w の最大値を与えている。そして、β がこれより大きくても、小さくても C_w は極めて小さくなつている。即ち、同一の排水量では、船底勾配が小さくなるにつれて β は大きくなる訳だから、低速では船底勾配が小さい程 C_w は小さくなり、高速部では船底勾配が母型の附近（約 13°）が最も C_w の値は高いことになる。

以上 L/B_{mld} の系列に於いては、B/T 一定の時 T の影響、β 一定の時 T の影響及び Δ 一定の時 B 及び T の影響に依る C_w の変化について考察した。又、β_0 の系列に於ては、β 一定の時 B/T の影響及び Δ 一定の時 β の影響に依る C_w の変化について検討した。然し乍ら、之等は最も簡単に、第 4 垂線の横断面形状と排水量に関してのみの考察であつて、その他の要素については更に逐次解明して行くことにしたい。

む　す　び

以上「あかつき」を母型とする一連の系統模型の試験成績を解析して、和船型船型に関する若干の特性を調べ、偶然にも抵抗の面からは「あかつき」の船型が必ずしも良好なものと云えない事実も判明した。系統模型の試験結果の解析としては更に残された問題も多いと考えられるが、取敢えず今回は現段階までの経過を報告することにした次第である。

空盒気圧計の振動実験

石井　謙治

Vibration Test of Aneroid Barometer

Kenji Ishii

ABSTRACT

Aneroid Barometers installed as yet on general boats have not been so good in accuracy as expected, and they were generally unreliable. New Accurate Aneroid Barometers, improved on the former in order to cover the defects, have some characteristics to be given as follows: (1) improved accuracy and reliability; (2) Inclination, temperature, acceleration and friction errors may be disregarded because of insignihicance; (3) negligibility of the change of characteristics fer a long period; (4) good stability of needles against vibration, etc.

The author reported in detail of the Accurate Aneroid Barometer in the *No. 4 of Technical Report of Fishing Boat*, but since he could not make experiment in full on its capacity at that time, he has undertaken this time to test the capacity of Accurate Aneroid Barometer, comparing with that of the former Aneroid Barometer. In case of the Accurate Aneroid Barometer examined under the following conditions ...... number of vibration: 500—2,000 c.p.m.; total amplitude: 1.8 mm.; acceleration: 0.25—4.0......any oscillation and error of needle were scarcely noticed. Extremely good result came out of the experiment. But the Aneroid Barometer of former type under the same conditions there turned out, quite wrong results such as violent oscillation and lots of errors. So the old one seems to have changed to an outmoded apparatus. According to various informations on the capacity of Accurate Aneroid Barometer so for obtained, this new type barometer appears most excellent as marine aneroid barometer.

項　目

まえがき
1. 試験方法について
2. 試験結果
3. 試験結果の検討
むすび

まえがき

さきに試作した舶用精密空盒気圧計（漁研型）は従来のアネロイド式気圧計の持つ幾多の欠点を除いた劃期的なもので、次の如き特徴を有していた。（詳細は漁船研究技報、第4号「舶用精密気圧計の試作研究」参照）

1. 精度及び感度が高いこと、
2. 傾斜誤差、温度誤差、加速度誤差、摩擦誤差などが極めて少なく、殆ど無視できること、
3. 経年変化が極めて少なく、信頼性が高いこと、

4. 振動に対する指針の安定性が高いこと、

このように従来の気圧計よりも格段に優れた性能を有するものであつたが、最後の振動に対する試験は、試作当時の振動試験機の特性が悪いため、充分な試験を行い得ず、簡単な実験結果を報告したに留つたのであつた。しかし、今回漁船研究室に優秀な振動試験機を設備したのを機会として、詳細な振動実験を行い、併せて従来のアネロイド式気圧計との比較をも行つたので、その結果を報告することにした。なお試験の結果は、精密気圧計が従来の気圧計より段違いの優秀性を示し、船用気圧計として最適のものであることを立証した。

1. 試験方法について

実験に使用した振動試験機は松平式（伊藤精機製）であつて、振動波形は歪が少なく、極めて優秀なものである。振動数は備付の電気式回転計（横河電機製）によつて計測し、振巾は備付の振巾計もあるが、精確を期すため別にアスカニヤ式振動計で測定した。

試験条件は振動数 1,000 *c.p.m.* で振動加速度がほぼ 1.0 *g* になるように全振巾を 1.8 mm と定め、500 *c.p.m.*～2,000 *c.p.m.*（振動加速度 0.25 *g*～4.0 *g*）の範囲を 100 *c.p.m.* 毎に各気圧計の指針の振れ状態を計測した。

実験に用いた気圧計は次の4種類である。

（A） 船用精密空盒気圧計（以下精密型とする）

（B） 6.5 吋歯車式空盒気圧計（以下歯車型とする）

（C） 6.5 吋チエーン式空盒気圧計（以下大型チエーン型とする）

（D） 4.5 吋チエーン式空盒気圧計（以下小型チエーン型とする）

この4種につき前記の条件による振動試験を（I）空盒軸に平行な振動方向（精密型は計器正面に対して左右方向、他の3者は計器正面に対して前後方向）と（II）空盒軸に直角な振動方向（前者の反対となる）との二つの場合について行い、次のような諸点について計測した。

(1) 振動中の指針の振れ巾

(2) 振動中の指針の平均指示

(3) 振動試験直前の指示と試動試験直後の指示との差

以上の試験終了後、改めて全振巾 1 mm，振動 1,000 *c.p.m.*（振動加速度 0.55 *g*）の一定振動を1時間加え、その前後において循環試験を行つて特性の変化を比較した。

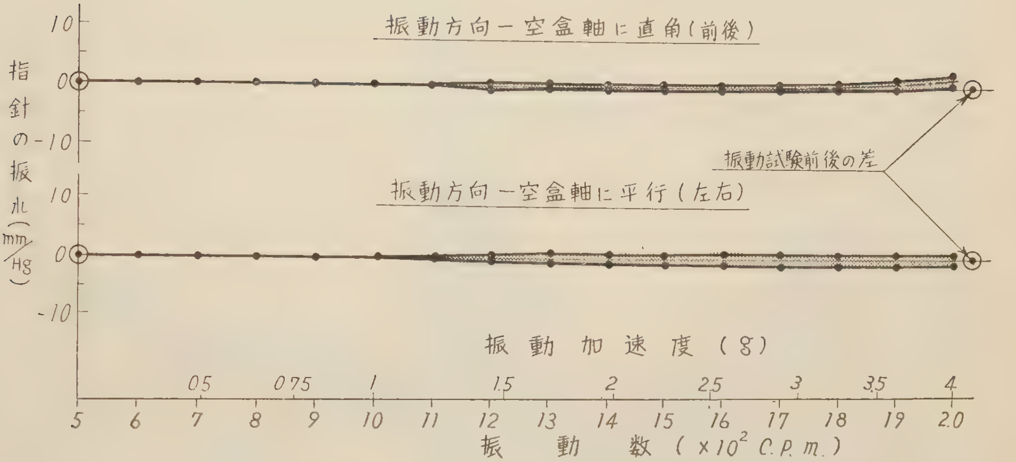
2. 試 験 の 結 果

第1図は精密型、第2図は歯車型、第3図は大型チエーン型、第4図は小型チエーン型の振動試験結果を示す。各図中左端の◉印は振動試験直前における指示値でこれを原点としてグラフを描いた。右端のそれは試験直後（5分後）における指示値であつて、これと原点との差が振動試験により生じた誤差である。また指針の振れ巾の中心を通る一・一線は平均指示値である。

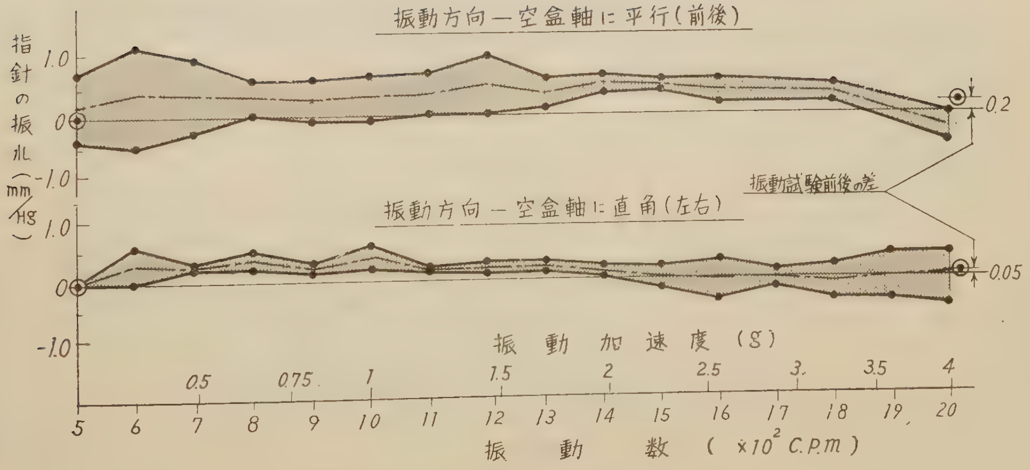
3. 試験結果の検討

(1) 振動中の振れ巾について

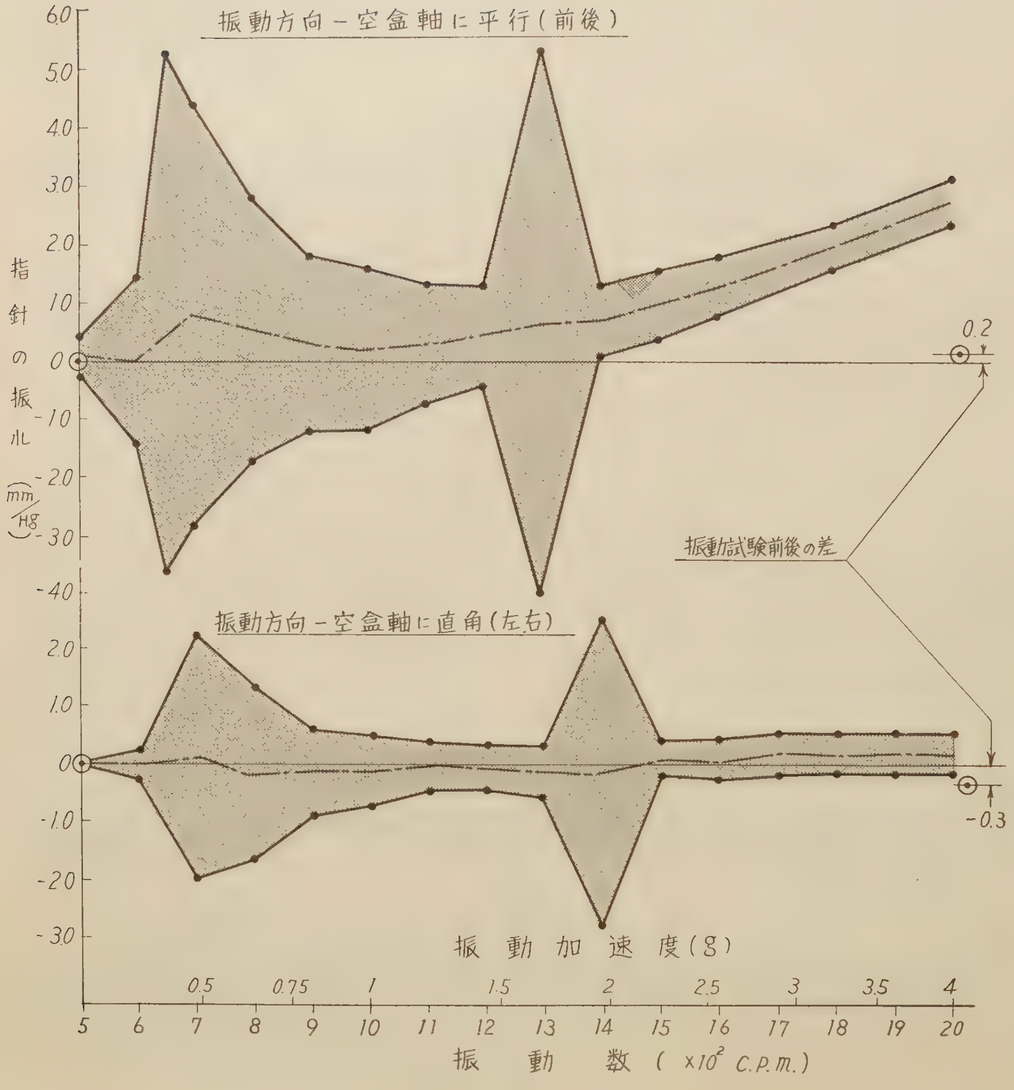
試験結果より指針の振れに関する主要素を表記すれば次表のようである。これは第1図乃至第4図によつても明らかであるが、精密型の優秀性は比較にならないほどであつて、この程度の耐振性を有していれば、船舶用としても充分その指示に信頼がおけると思う。



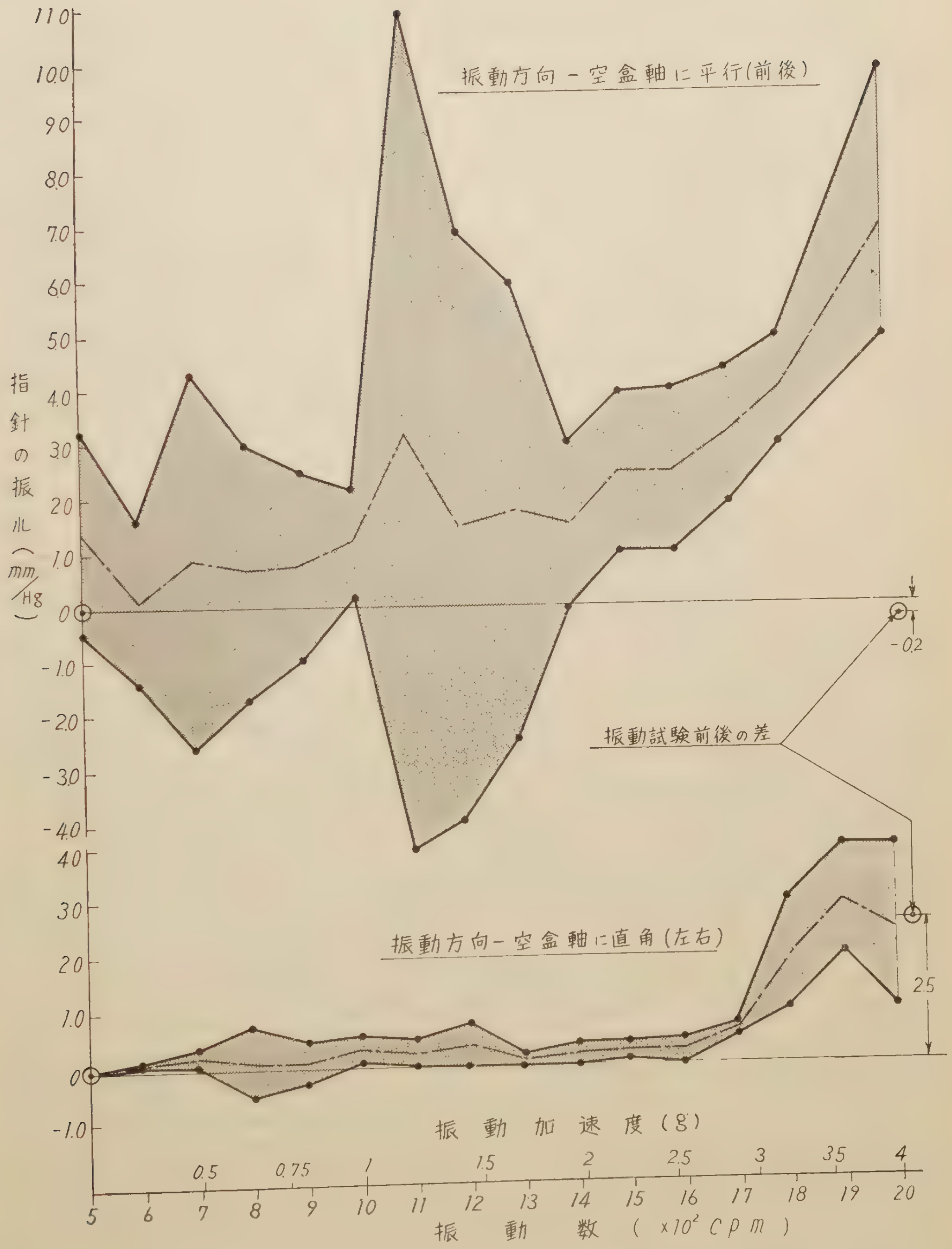
第 1 図　精密型気圧計の振動試験成績



第 2 図　歯車型気圧計の振動試験成績



第 3 図　　大型チェーン型気圧計の振動試験成績



第4図　小型チェーン型気圧計の振動試験成績

第1表 振動中の指針の振れ

項目 / 計器	振動方向(空軸に対し)	指針の振れ範囲(c.p.m.)	振れ始め(c.p.m.)	最大振れ	
				振動数(c.p.m.)	全振巾(mm)
精密型	軸方向	1,000 ～ 2,000	1,000	1,300～2,000	0.2
	直角方向	1,150 ～ 2,000	1,150	2,000	0.2
歯車型	軸方向	500 ～ 2,000	500以下	600	1.7
	直角方向	500 ～ 2,000	500	2,000	0.9
チエーン型(大)	軸方向	500 ～ 2,000	500以下	1,300	9.3
	直角方向	500 ～ 2,000	500	1,400	5.4
チエーン型(小)	軸方向	500 ～ 2,000	500以下	1,100	15.5
	直角方向	550 ～ 2,000	550	2,000	3.0

これに反し歯車型はかなり悪く、空盒軸方向の振動で 600 *c.p.m.* に第1次の共振（全振巾 1.7mm Hg）が現れ、ついで 1,200 *c.p.m.* に第2次共振（全振巾 1.0mm Hg）が現れている。空盒軸に直角方向は比較的良いが 1,500 *c.p.m.* 以上で大きな振れ（0.9 mm）を生じており、いずれにしても振動の多い船舶での使用は無理ではないかと思われる。

チエーン型は最も悪い成績で、大型チエーン型は軸方向 650 *c.p.m.* で第1次共振が現われ、指針の振れは 9.0 mm Hg に及び、その第2次共振が 1,300 *c.p.m.* に 9.3 mm Hg となつて現われている。以後の振れは 1 mm Hg 前後で急激に少なくなるけれども、平均指示誤差が振動数に比例して増加し、2,000 *c.p.m.* では実に 2.7 mm Hg に及ぶ始末である。また直角方向の振動に対しては前者ほどではないが、第1次共振が 700 *c.p.m.*（全振巾 4.2 mm Hg）第2次共振が 1,400 *c.p.m.*（全振巾 5.4 mm Hg）となつている。この場合平均指示誤差は ±0.2 mm Hg 程度で案外悪くない。しかしながらこのように指針が振れるようでは、実際問題として指針の読取りは困難であり、実用性は全く無いといつてよい。大体において実用上許容される指針の振れは、今回の実験に照してもせいぜい 2 mm Hg までであつて、これ以上の場合は問題にならないと思う。

チエーン型が余りにも悪いので小型のものをも実験したが、やはり同様であつた。むしろ結果は大型チエーンよりも悪く、軸方向振動 1,100 *c.p.m.* では実に 15.5 m Hg の振れを起し、2,000 *c.p.m.* では平均指示誤差が 7.0 mm Hg に及ぶ結果を示した。

以上のように、精密型を除いてはすべて良好でない成績を示したのは、第一に空盒及び拡大機構の平衡が取れていないことに原因があるのであつて、この点を解決するか、特別な制振法を講じない限り、これを減少せしめることはできないであろう。しかし、同じ不平衡的のものでも、歯車型とチエーン型とでは非常に大きな相違をみたことつまりチエーン式の振れの甚しい原因は、振動中チエーンにたるみを生じたり、拡大レバーと葉状バネ及び空盒を含む機構系の固有振動数が、丁度 600～700 *c.p.m.* 附近にあるためではないかと思れる。

(2) 振動中の平均指示誤差について

これは大体指針の振れの大きいものほどその誤差は多いようである。従つて精密型は直角方向振動 1,900 *c.p.m.* 以上で 0.2 mm Hg 程度生じるだけであり、この場合は振動加速度が 3.5*g* 以上という激しい振動

であつて、実際の船では考えられないものであるから、振動による誤差の懸念は全くないといつてよい。

ところが歯車型では、600 *c. p. m.* 振動加速度 0.27 *g*程度の低い振動で既に 0.3 mm H*g* の誤差を生じ、最大 0.5 mm H*g* (n=1200 *c. p. m.*, α=1.4 *g*)になつている。

チエーン型に至つては更に甚しく大型チーン型が 700 *c.p.m.* 0.5*g* で 0.8 mm H*g*、最大値は 2,000 *c.p.m.* 4.0 *g* で 2.7 mm H*g* という極端な誤差を生じる有様である。しかも小型チエーン型は大型チエーン型以上であり、軸方向振動では 500 *c.p.m.*, 0.25*g* において 1.2 mm H*g* も生じているし、共振点 1,100 *c.p.m.* では 3.2 mm H*g*、最大値は 2,000 *c. p. m.* で 7.0 mm H*g* となつて、振動中の指示は全く当てにならないことがわかるのである。

(3) 振動試験直前の指示（原点）と試験直後の指示との比較

これは振動試験による原点移動を調べたものである。試験中別の標準気圧計によつて大気圧の変動に注意したが、特に変動は認められなかつたから、補正の必要はない。第2表にみられるように、精密型は振動による影響が全く認められず、ここにも耐振性の良さを現わしている。歯車型は軸方向振動で +0.2 mm H*g* の誤差を生じ、実用上やや不安をおぼえさせる。大型チエーン型も歯車式より直角方向振動で悪いが、小型チエーン式は同じ方向で +0.6 mm H*g* の誤差を生じて気圧計としての信頼性は全く乏しい。

第2表　振動試験前後の原点移動量

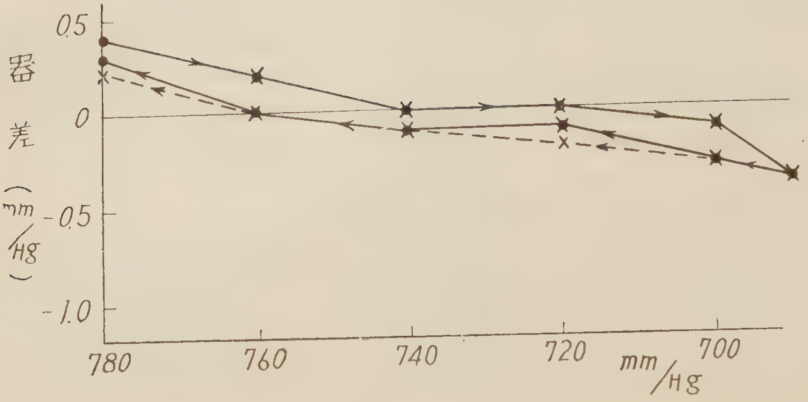
計器	振動方向	原点移動量 (mmH*g*)
精密型	軸方向	0.0
	直角方向	0.0
歯車型	軸方向	+0.2
	直角方向	+0.05
大型チエーン型	軸方向	+0.2
	直角方向	−0.3
小型チエーン型	軸方向	−0.2
	直角方向	+0.6

結局振動による原点移動は狂いやすいということであり、気圧計の安定性という意味において、極めて重要なものであるから、なるべく少ないことが望ましい。この程度の振動試験で 0.2 mm H*g* 以上も生じるようでは、船舶用としての信頼性は、頗る疑わしいといわねばならないであろう。

(4) 振動試験前後の循環試験の比較

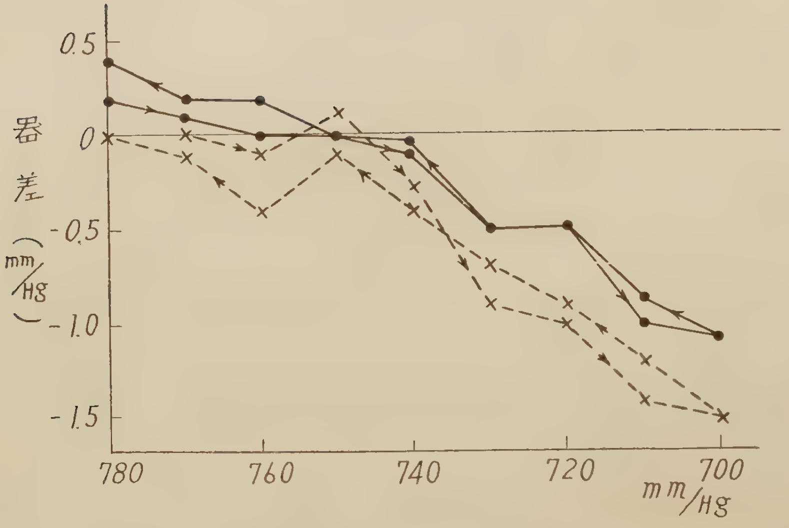
(3)項のような原点だけの比較では、全体の特性がどのように変化したかが見極められないので、改めて(1)で述べた振動条件（全振巾 1.0 mm、振動数 1,000 *c.p.m.* 振動加速度 0.55 *g*）を 1 時間与え、その前後において循環試験を行つた。結果は第5図乃至第7図に示す如くである。

精密型は第5図の如く、振動試験による影響は殆ど認められないが、歯車型とチエーン型（大型のみ）は著るしい特性の変化をみた。特にチエーン型は最大 1.2 mm H*g* という甚しいヒステリシスを生じたが、何に基因するか明らかでない。



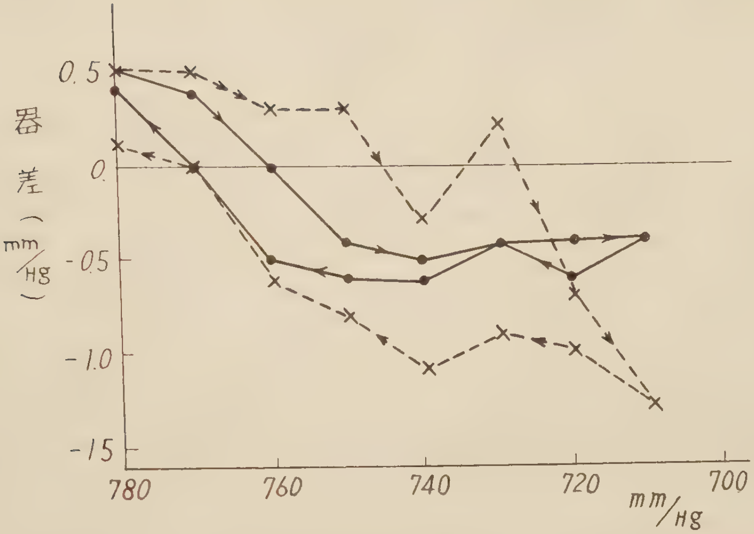
第 5 図　　精密型気圧計の振動試験前後における循環試験比較

実線は振動試験前
点線は振動試験後



第 6 図　　歯車型気圧計の振動試験前後における循環試験比較

実線は振動試験前
点線は振動試験後



第 7 図　　チエーン式気圧計の振動試験前後における循環試験比較

実線は振動試験前
点線は振動試験後

これによつてみても、振動試験による原点移動量の計測のみで、気圧計の特性変化を判断することが危険であることがわかるとともに従来の気圧計が船舶での使用中、甚しくその特性が変つて了うといわれるのも当然なことであつたわけである。

む　す　び

各種の空盒気圧計に対し、さきの報告では不充分であつた振動試験について新たに実験を行つた結果、精密型は従来の型式のものに較べて遙かに優れていることが認められた。これによつて空盒気圧計のように、僅かな空盒偏位を数百倍に拡大して指示せしめるデリケートな計器においては、どうしても耐振性に乏しい欠陥が生じ易く、これを防ぐためには、機構全体に完全な平衡を保たせることがいかに大切であるかが立証された。従来の気圧計はこの点に関して全く考慮が払われておらず、上述のような甚しい振動誤差を生じる結果をみたのも当然なのであつた。精密型はかような欠陥を取除くため、空盒部及び拡大機構部を対称的に配置し、完全な平衡をとるようにしたもので、耐振性の向上には特に留意したものであつた。従つて上記の如き優れた耐振性を示したのも決して偶然ではないのである。

以上空盒気圧計の振動試験結果について報告したのであるが、現在のところ、船舶用空盒気圧計として信頼できるものは、精密型以外には無いといつて過言ではないと思うのである。

自記式鮪延縄用深さ計による鮪延縄漁具の水中における形状その他についての二、三の考察

葉 室 親 正　石 井 謙 治

Analysis of Tuna Long-line by Automatic Depth-Meter.

Chikamasa Hamuro, Kenji Ishii

ABSTRACT

The tuna long-line fishing in our country has made a great progress since 1950. The boats engaged in this fishery have become of larger size with many modern equipments, and they are now sailing in the Pacific Ocean, Indian Ocean and Atlantic Ocean.

As for the fishing gear, however, it remains unimproved for a long time. Long-lines of same construction are used even in fishing grounds with different conditions. In these days, the long-line of synthetic fibre is widely used.

The shapes of the long-line in the water during fishing operation are not accurately known even now. We have designed to manufacture samples of depth-meter and thermo-meter for tuna long-line. The author made an experimental operation of tuna long-line in the Indian Ocean in February–May 1957.

The following shows the outline of the author's analysis on the data of experiments of these meters and the investigation of this fishery:

(1) The shapes of tuna long-line were of complex three dimentions curve by the influence of sea current and wind, and were not of theoretical catenary.

(2) The branchlines were along the main line in up-current, and were apart from the main line in down-current. It was found that the former case catches more fish than the latter.

(3) The direction of extension of the long-line should be decided after due consideration of the speed and direction of tide and wind.

(4) The points where the temperature dropped suddenly at mid-water gave poor catch.

(5) Yellow fin tuna and albacore were caught abundantly at the point of around 23° C.

(6) The catching time (for albacore, giant black marine and shark) ocurred two hours after the line had kept balance. It was noon.

(8) The albacore when hooked, dived into deep water in a hurry pulling the line, while the giant black marine and shark came up to the surface being pnlled up.

(9) The essential factors of the effectiveness of tuna long-line are the comparative greatness of specific gravity, weakness of fluid registance, and flexibility.

(10) The tuna long-line of synthetic fibre had same efficiency with that of cotton fibre in fishing.

概　　要

吾が国の鮪延縄漁業は戦後特に目覚しい発展を遂げた。即ち船は総ゆる近代的装備をなして大型化し漁場は大平洋、印度洋又は大西洋へと航跡を伸ばしている。一方漁具は旧態依然としたものを使用し漁場別にも

その仕立方に差をつけていない。又近来合成繊維製の縄が現われて来ている。延縄漁具が海中でどの様な形態をなすかを確実に把握されていないので、吾々は鮪延縄用深さ計及び水温計を設計試作して 1957 年2月から5月迄印度洋上に於いて計測実験を行つた。

その結果の大要を述べると

① 風、潮等の外力の影響により縄は複雑な3次元の曲線を画き、所謂懸垂曲線を画いていない。

② ブラン（枝縄）は潮上側が幹縄に近く沿ひ、潮下側は幹縄から離れている。前者は釣獲性能が後者より甚しく劣つた。

③ 投縄線決定には潮流、速、向を風と共に考慮して行われねばならない。

④ 中層（0～150 m）間に水温の急変がある海域よりなだらかな変化の場合が黄肌、ビン長の釣獲は遙かに良好であつた。

⑤ 最も多くとれる水温は黄肌、ビン長共に 23°C 前後であつた。

⑥ 釣獲時は縄が安定して2時間目即ち正午近くに釣獲された記録を得た（ビン長、鮫、かじき）

⑦ ビン長は釣獲後 10 分間で死亡した。

⑧ 釣獲後ビン長は縄を引つ張りつつ深みに潜り、かじき、鮫は水面へ向つて浮上した。

⑨ 縄の重大要素はそれの比重が大きい事と表面抵抗が少ない事と腰が強い事が共々大事である。

⑩ 合成繊維製縄は綿糸に劣らず成績を挙げ得る。

項　　　目

ま え が き
1. 鮪延縄用深さ計及び水温計
2. 実 験 概 要
3. 使用漁具、計測点並びに記録
 (1) 漁　　具
  (a) 綿製漁具
  (b) 合成繊維製漁具
4. 解　　析
 (1) 各種材料別の縄成り
  (a) 試験計測法
  (b) 記録及び要目
  (c) 計器により求められた数値を再び実際の縄成りに再現する事
  (d) 第1次安定時と第2次安定時の縄成り
  (e) 縄の良否の判定
 (2) 潮、風による縄の吹かれと釣獲との関係
  (a) 潮、風による幹縄の吹かれ
  (b) ブラン形状と釣獲との関係
 (3) 水温とブラン形状と釣獲との関係
  (a) 水温と釣獲との関係
  (b) 水温とブラン形状と釣獲との関係
 (4) 波（高さ、向、周期）と幹縄の動き
 (5) 釣獲の時期と釣獲後の動き
 (6) 合成繊維と綿製延縄の差異
  (a) 縄成りの差

(イ) 比重に関して
(ロ) 縄の表面形状に関して
(ハ) 縄の材料の柔軟性に関して
(b) 操作に関して
(イ) 綿縄に就いて
(ロ) 合成繊維製縄に就いて
(c) 釣獲性能に就いて
(7) タール染めの得失に就いて
(8) 合成繊維製縄の改良点
(9) 操業上に留意すべき諸項
(a) 漁場撰定に関して
(b) 投縄線方位の決定法
(c) 投縄時の縄の張り加減に就いて
(d) 揚縄時のライホーラー下車とコイル台との距離に就いて
むすび

まえがき

鮪延縄漁業の戦後に於ける発展は飛躍的なものがあつた。即ち漁船の大型化並びに各種船内装備の新鋭化は他種漁船に比し格段の進歩が見られた。又漁場も大平洋は謂うに及ばず遙か印度洋に迄操業を拡大し来り現在は遠く大西洋に迄遠征をなしつつある状況である。

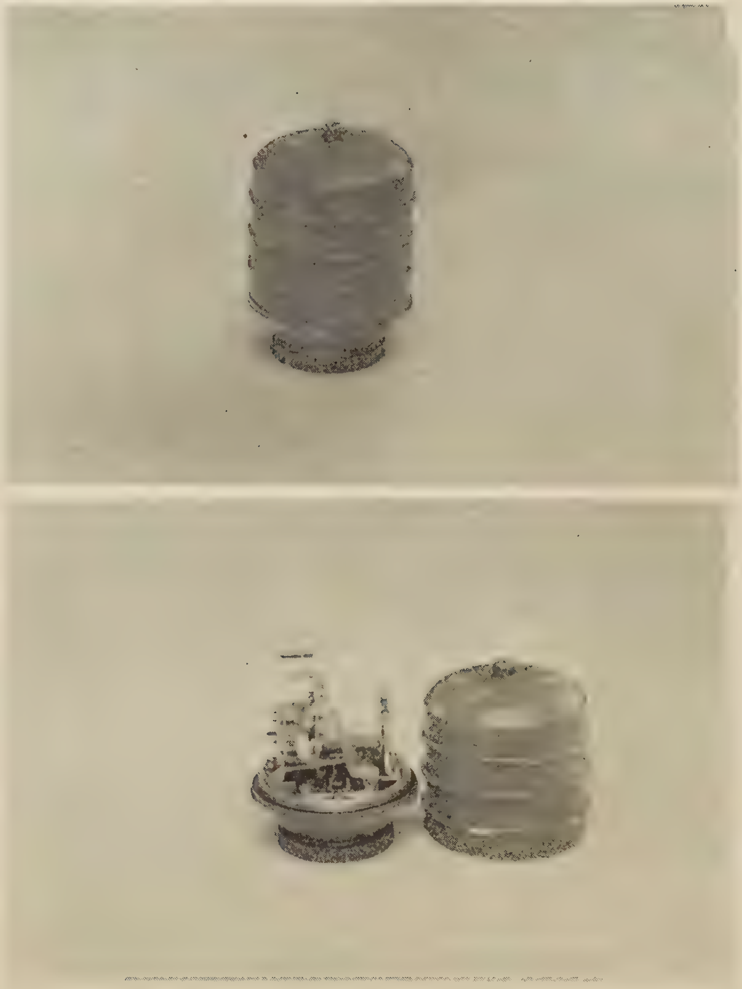
然るに一方漁具漁法の面から見ると十年一日の如くその材料がラミーから綿糸へ移行し現在若干合成繊維へと変りつつあるに過ぎず、漁具構成に至つては殆んど何一つ進歩の跡が見られない。その理由として一応考えられる事は如何なる漁業に就いても謂えるのであるが充分経営的に成立し得る漁獲がある間は旧態依然たる漁具漁法でも満足し得られる。鮪延縄漁業に於いてもこの例に洩れない。昭和27,28年頃を頂点として次第に釣獲率の減少が現われ現在では印度洋に於いてすら既にその傾向を示していると謂われる。果して資源の減少に起因するものか否かは別として、今日程漁具漁法の徹底的な解明を為し将来に備えねばならぬ時期はあるまい。綿製延縄を合成繊維製延縄に替える場合も唯形而上の模倣で是を進めれば必ず其処に問題点が生じて来る事は理の当然と申さねばならない。綿縄には綿縄の、合繊縄には合繊縄の特性がある筈である。是等の諸特性を充分把握してこそその仕立法及びその操業法なりが生れて来るのである。総べて進歩改良は基本となるべき諸性質をつぶさに調査研究解明してその基礎の上に立つて実施すべきであろうと考える。今回この様な意味から現在実施されている延縄漁具の海洋中に於ける各種条件下の性能又は縄成り及びその動態を徹底的に究明し最も良いと思われる漁具構成並びにその操業法を追及し併せて合成繊維に対する基礎的なものを解明して将来の改良改善の資とするために操業中の縄成りの変化状況を水中で自記させ又釣獲の有無、及び釣獲された場合その釣の周囲の状況及び魚の狭義の生態をも計測する能力を有する鮪延縄用深さ計及び水温計を設計試作し、昭和32年2月末より日魯漁業株式会社久里浜支社所属の第21黒潮丸に乗船し印度洋に於いて実験を行つた次第である。

結果の概略は大要次の様なものであつた。

1. 縄の曲線は単純な懸垂曲線でなく複雑な3次元の曲線である。この複雑な曲線となる理由は潮風の影響に依るものである。
2. 縄成りはその構成されている縄の材料の比重、表面形状、柔軟性等に依つて異る。
3. 釣獲性能はブラン形状の良否によつて大いに左右される。
4. 釣獲は鈎のある部位の水温によつて左右される。

1. 鮪延縄用深さ計及び同水温計

(1) 鮪延縄用自記深さ計



第1図 鮪延縄用自記深さ計

まぐろ延縄における縄成りの実測は、既にケミカルチューブなどを使用する方法が採られている。しかし、この方法による場合は時間的変化が判らないために最大値しか計測できないという致命的な欠点があつた。今回試作の計器はかような欠陥を除き、計測水深を連続的に自記せしめるものであり、且計器装着による縄への影響をなるべく少なくするために、小型軽量という点に重きをおいて設計した。従つて設計の苦心もこうした小型化と、それに伴う精度の低下を避けるところにあつたのである。試作に当つて目標とした諸元は次の通りである。

計測範囲	0～130 (m)
許容最大水深	300 (m) 以上
許容誤差	± 1.0 m 以下
感　度	0.5 m

温度誤差（20°C±15°C で）	± 0.5 m 以下
筐体耐圧	30 kg/cm² 以上
記録紙送り速度	1.5 mm/min
記録時間	24 時間以上
記録時計誤差（10時間につき）	± 3 分以内
完成重量	350 g ± 20 g
水中重量	0 ± 20 g
筐体外径	70 mm 以下
同上高さ	100 mm 以下

(a) 構造概要

本器は水深に相当する圧力を計測する自記式圧力計の一種である。一般に圧力計といえば、受圧部にブルドン管又はベローズを用いるのが普通であるが、本器ではピストン型受圧部を採用している所に大きな違いがある。ピストン型を用いた理由は、本器の最大計測値が 130 m であるにも拘らず、実験中には 200 m 以上の水深に達する場合も考えられなくはないので、許容水深を 300 m 以上としたことによるのである、この場合、ブルドン管では 30 kg/cm² 級のものを使用する必要があり、そうなると計測範囲の精度や感度が落ちて了うし、といつてベローズではかような高圧のものが製作されていない現状では* 精度や感度に関する限りピストン型を使わざるを得ない。つまりピストンの内部に制御スプリングを設け、水深に対するピストン偏位を適当な値に定め、かつ計測最大値 130 m を超えた時にはピストンがシリンダーキヤツプに突き当つて、それ以上の水深に対して偏位がとれないようにする。従つて制御スプリングは計測範囲内の剛性でよくこれ以上の偏位を受けて疲労する怖れはないのである。

ところでピストン型を使用するとなると次のような問題が起つてくる。

（i） シリンダーとピストンとの摩擦如何によつては、精度及び感度に影響する。

（ii） シリンダーとピストンとの間隙から海水が漏洩し、筐体内の機構部を腐蝕させる。

（iii） シリンダー及びピストンが海水に触れるため腐蝕を起し、精度、感度を低下させる。

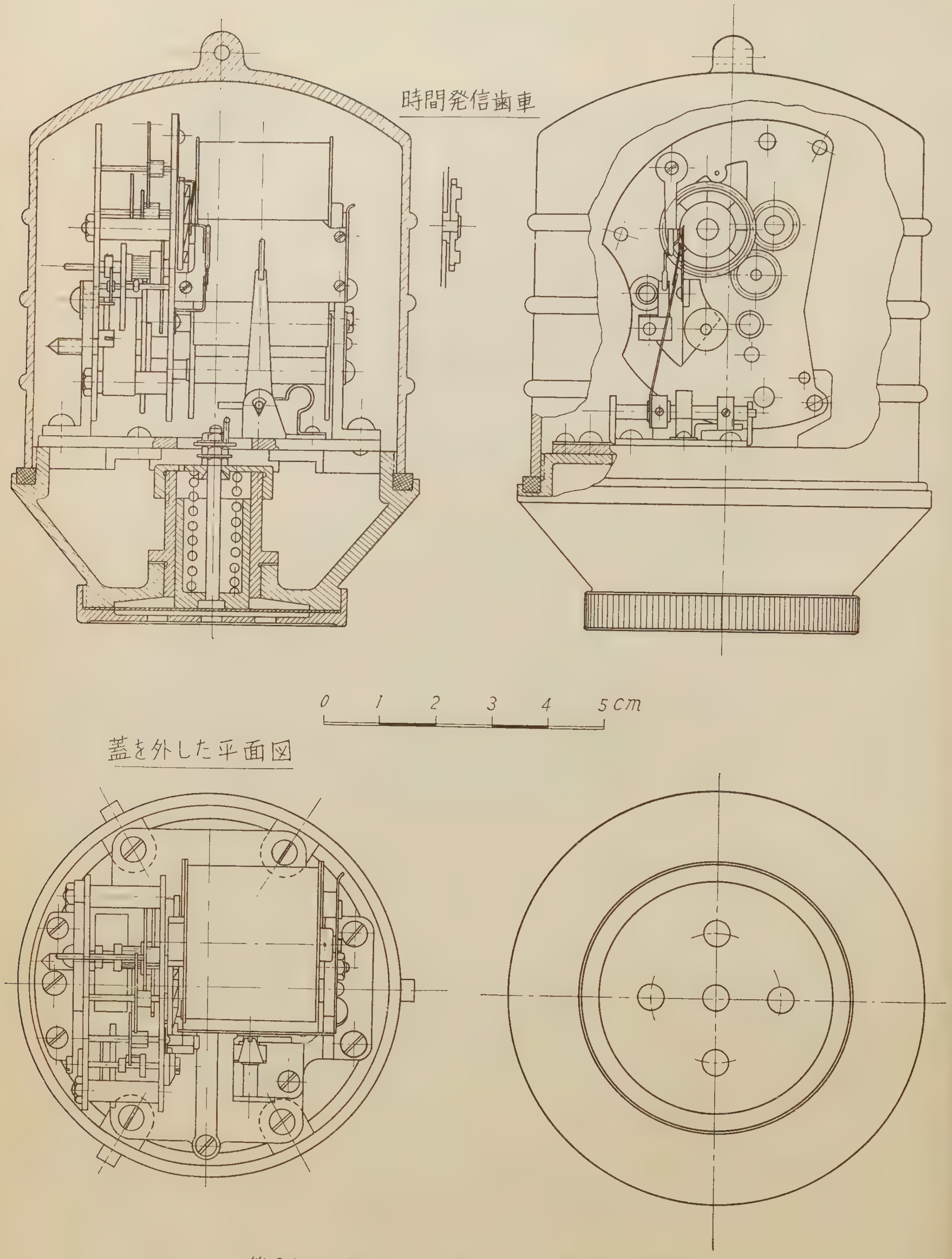
これらの問題を解決するために（i）に対してはシリンダー、及びピストンに特殊鋼を用い機械加工後焼入れ、以後慎重なラツピングを施す方法をとり、(iii)に対しては海水が直接ピストンに触れないように、その外面にポリエチレン製ダイヤフラムを持つ潤滑油室を設け、間接に水圧を受ける構造と、これによつて潤滑油に粘性の高いものを使用すれば、（ii）の漏洩の問題も同時に解決することになる。

以上のようにして、ピストン型受圧部の弱点を除き得る見極めがついたので、第 2 図の如き計器を設計試作したのであるが、次にその構造の概要を述べることにしよう。

まずピストンは所要感度を得られる限度の小さいものとし、一応 0.1 m の感度を対象として直径 14 mm (受圧面積 1.54 cm²) に決定した。これに対する制御スプリングは水深 120 m でピストン偏位 4.3 mm となるようにしたので、その剛性は 4.3 kg/mm となる。このスプリングは「つる巻」型で線径 2.0 mm、コイル径 8.0 mm、捲数 8 のものである。勿論材料は特殊鋼である。こうして出来たピストン型受圧部に潤滑油として、シリコンオイル 6,000 C.S. (動粘性係数 25°C において $6,000\times10^{-2}$ cm²/s) を用い、100 m 水深相当の圧力を 1 時間かけて試験したところ漏洩は全く認められなかつた。

受圧によるピストンの偏位は拡大リンクによつて約 4.5 倍に拡大され、0 ～ 120 m の計測範囲を記録紙上に約 19 mm の巾で記録する。この記録巾は甚だ狭いようであるが、記録紙はスクラツチペーパーであり、これに記録するペン先は先端半径 1/1000 吋という極めて鋭いサフアイヤ針であるから、その記録線の巾は

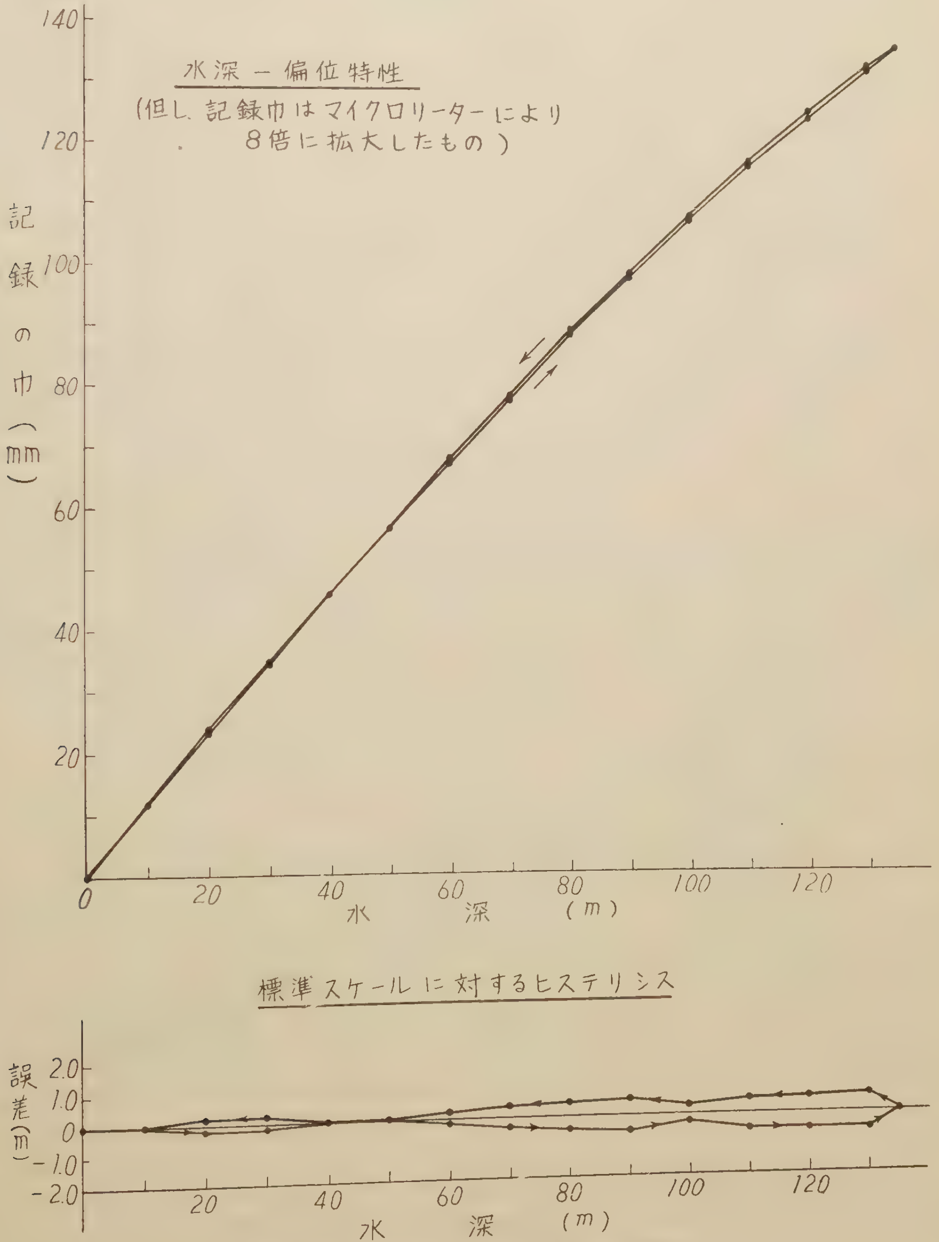
註　この実験後ピストン、シリンダー間の油（シリコン）の漏洩が若干あつたので（気温水温が高温であつたため）、ピストン型をやめ 20 kg/cm² のベローズを使用しそれ以上の圧力がかかつた時は制御機構でベローズに無理がない様なものとした。精しい事は次回の発表に譲ることとした。



第2図 鮪延縄用深さ計

僅か 2/100 mm 程度である。従つて上記の記録巾に対しては、この線の巾が略水深 0.1 m に相当するので、マイクロリーダーを用いれば 0.1 m までの読取りが可能な訳である。これを通常のペンとインクによる記録法と比較すれば、遙かに細密な読取りができることが判るであろう。

記録紙は巾 25 mm 長さ 2 m で、時計装置によつて送りが行われ、その送り速度は 1.5 mm/min であるから、大体 30 時間の連続記録が可能である。また記録紙上には 15 分に 1 回の時間マークと読取基準線が



第 3 図　自 記 水 深 計 の 特 性

描かれるようにしてあるが、そのペン先は水深記録ペンと同様なサファイヤ針である。

筐体は耐蝕性軽合金を使用した。しかし水密蓋の厚さが設計より稍厚目となつたので、完成重量は 420 g となり、計算値より 50 g 以上重くなつている。従つて水中重量も中性とはならず 50 g となつたが、この程度ならば余り気にすることはないと思う。

(b) 特性その他について

本器の特性は圧力計試験器を用い、10 m 毎に水深相当圧力を与えて循環試験をした。試験中振動は与えていない。その結果は第3図に示すようにほぼ直線的である。ヒステリシスは最大 1.0 m 程度であるが、その中間をとつて標準スケールとしたので、精度の点では余り問題とするに足らない。time lag は1秒以内で実用上は殆ど無いといつてよい。感度は 0.3 m であつて、0.2 m 以下の変化に対しては不充分であつた。しかし目標値には充分達しているので、一応満足すべきであろう。

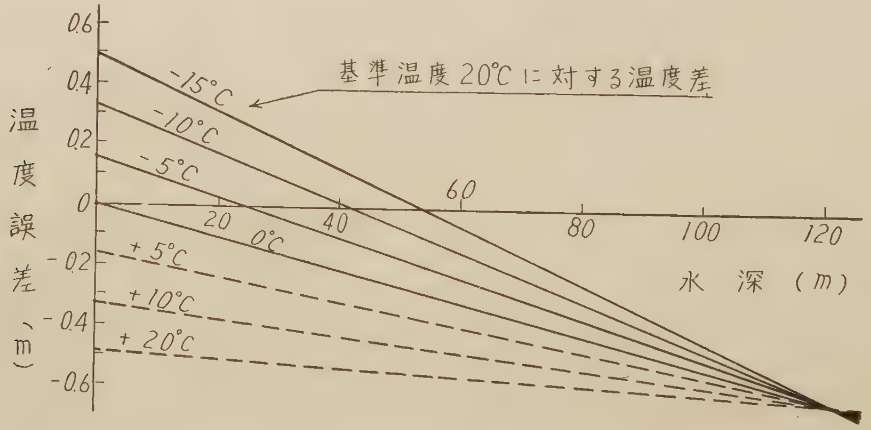
ところで問題となるものに温度誤差がある。本器に生ずる温度誤差の主なものは

(i) 制御スプリングのヤング率の温度変化によるもの

(ii) 計器筐内空気の温度変化によるピストン背圧の変化によるもの

(iii) ピストンの偏位に伴う背圧の変化によるもの

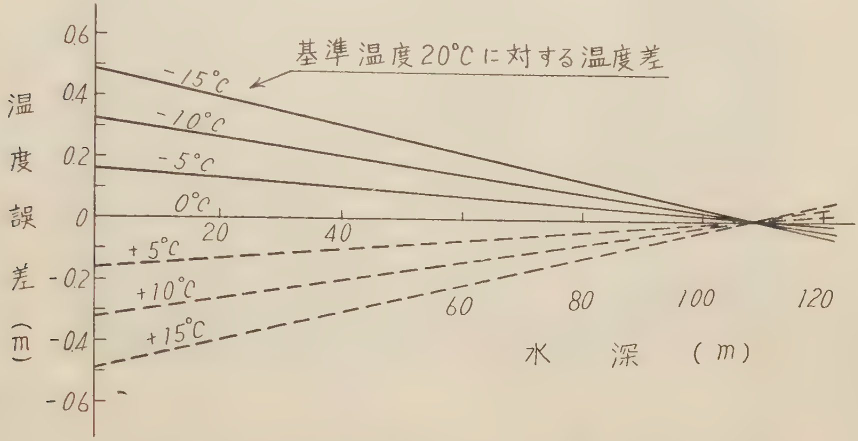
などが考えられる。この中で(i)は温度差の正負によつて誤差の方向が反対となり、水深に比例して増大する。(ii) は温度差の正負に関しては前者と同様であるが、(但し方向は反対) 水深には無関係に一定の誤差を生じ、(iii) は温度差に無関係で水深に比例して増大する。かように性質の異る三つの誤差による綜合誤差を 20°C を基準として温度差 ±5°C、±10°C、±15°C の六つの場合について計算してみると第4図のようになる。図によつて判るように誤差は 0 m で最大である。これは 0 m では(ii)によつて生じる誤差のみとなつて、(i)や (iii) によるものが打消していないからである。だからそれらが都合よく打消しの方向に働いている 50 m 附近 (温度差－の場合) ではほぼ0となり、100 m (温度差±共) では－0.3 m 前後しか生じない。従つてこれは許容誤差以内であり、特に温度誤差補正装置を必要としない。



第4図 温度誤差 (計算値)……1

また (iii) の誤差は特性試験の際、水密蓋を開放して計測し、これによつて標準スケールを作成した場合、実際の使用状態において生じる性質のものである。故に水密蓋を用いて特性試験を行い、その結果によつて標準スケールを作成すれば、この誤差はその中に含まれることになり、見掛上は全く生じないことになる。

この場合の誤差、つまり（i）、(ii) による綜合誤差を求めると第5図の如くなり、100 m 附近では殆ど誤差を生じないことになるのである。かように、いずれの方法をとるにしても温度誤差は余り問題とならず、実測の結果も亦 ±15°C と範囲では、その量が感度の限界にあるためもあつて殆ど生じてはいなかつた。今回の標準スケール作成に当つては、前者の方法をとつたので、その温度誤差は第4図のようになつている訳である。



第5図　温 度 誤 差 (計 算 値) ……2

最後に滑潤油の漏洩について触れておこう。前に述べたように、実験的には 6,000 C.S. のシリコンオイルで漏洩はなかつたのであるが、実際に印度洋で使用した場合は、温度が高かつた故か、多少の漏洩をみた。これは実験の際の温度が 10°C で動粘性係数が約 7,500 C.S. あつたのに対し、印度洋では 4,500 C.S. 程度に低下していたことが原因ではなかつたかと思う。この経験によつて、現在では 50,000 C.S. を使用しているので、漏洩の怖れは全く無くなつている。

(2) 鮪延縄用自記水温計

(a) 構造概要

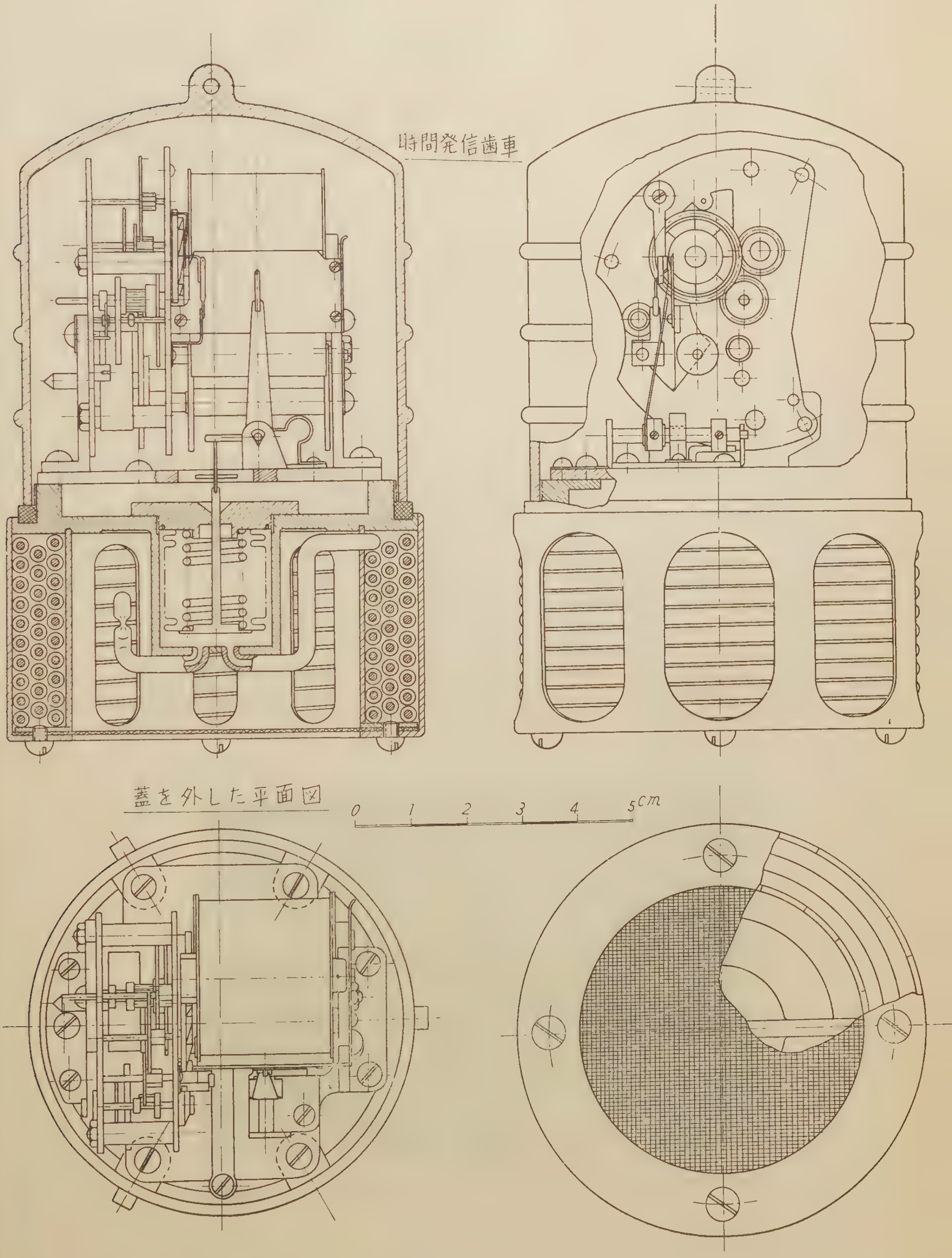
本器は水深計と同様、まぐろ延縄に取付けて水温の変化を連続的に記録せしめる自記水温計である。従つて小型軽量という点に重きを置いていることは水深計と変りがない。

構造は水深計とほゞ同様であり、ピストン型受圧部の代りに水温計を取付けたものである。時計装置、記録紙送り装置、ペン機構及び記録紙などは水深計と全く共通であるから、特に述べる必要はないであろう。

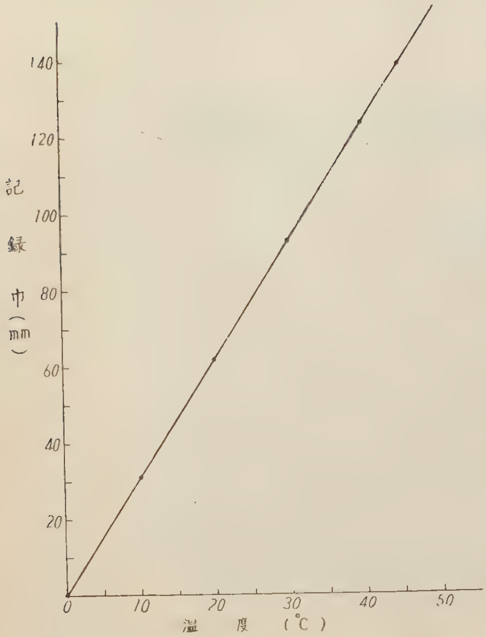
水温計部はさきに「漁研技報 No. 10」で報告した新型水温計と原理的には変りがない。つまり毛細管式感温部を有する液体膨脹式のベローズ型である。但し本器では導管を有せず、ベローズ管自身も感温部の一部となつているので、導管温度誤差補正装置を設ける必要がないだけ簡単である。形状は第6図にみられる如く、感温部はコイル状にして筐体底部に取付けてあり、その中心部にベローズ管が凸出している。基本設計は新型水温計と全く同様であるから、「漁研技報 No. 10」を参照して頂くことにして、ここでは抄略することにする。唯感温部が銅管であるため、これに接する筐体底部を黄銅としたことによつて、(電蝕防止のため) 重量の増大を来たし、完成重量は 560 g 水中重量 190 g となつて了つた。

この点は稍問題であるが、細部の肉抜きなどによつて或る程度の軽量化は可能である。

第6図　延縄用自記水温計



第7図　鮪延縄用自記水温計一般配置図



第 8 図 自 記 水 温 計 の 特 性

(b) 特性その他について

本器の特性は第8図の如く、全く直線的であり、実測によつて標準スケールを作成したので、誤差は ±0.2° 以内である。

Time lag coefficient (遅れの時定数) は 2.5 s で毛細管式としては稍大きいが、実用上は差支えない程度であろう。

いわゆる温度誤差は本器に関する限り発生しない。それは計器全体が水中に没し、感温部もベローズ管も常に同一温度下にあるからであり、また筐体内空気の温度変化よにる圧力変化も、液体膨脹式である以上無関係だからである。これによつて結局温度誤差の生ずる余地はない、ということになるのである。

2. 実 験 の 概 要

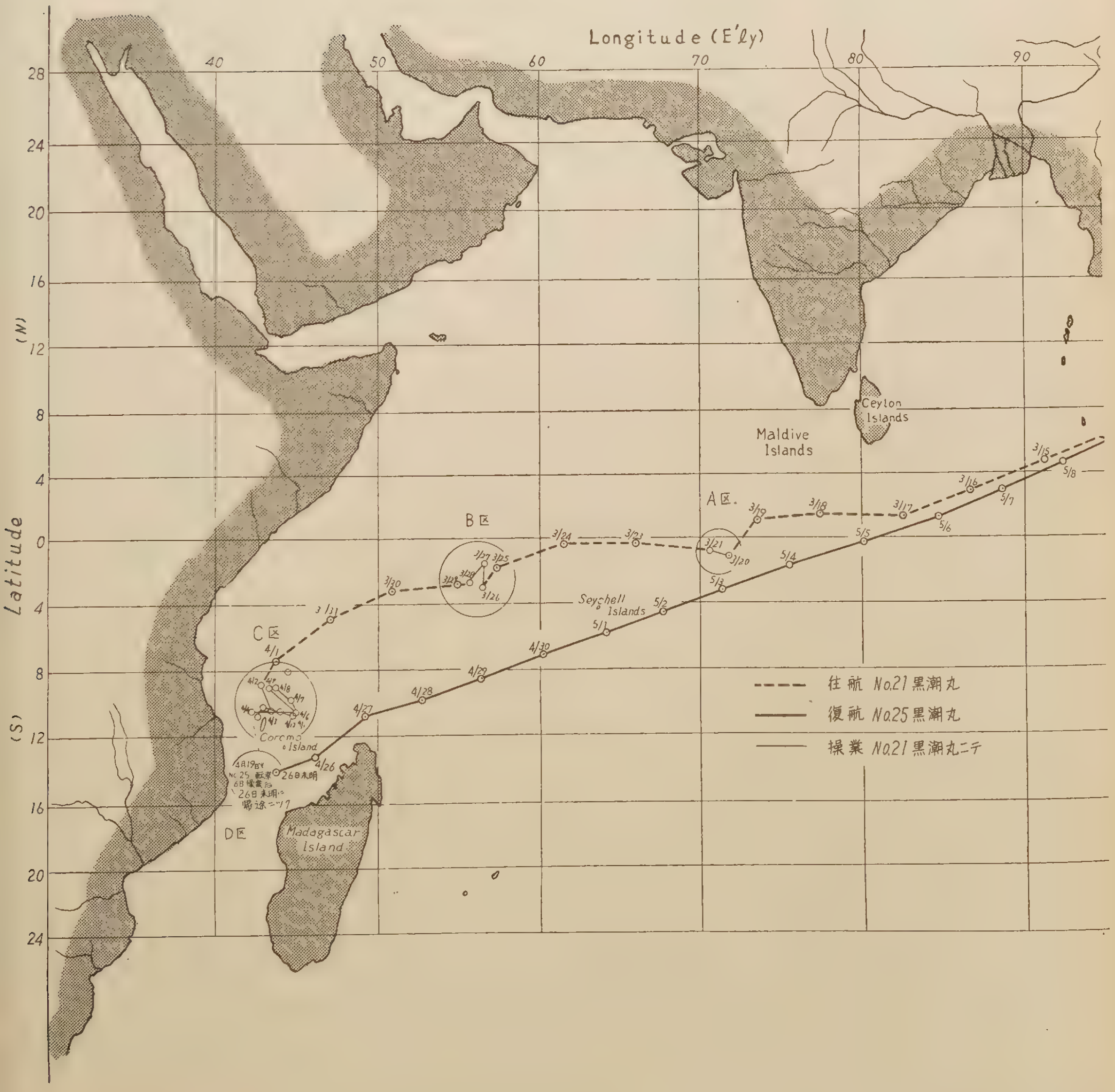
日魯漁業株式会社久里浜支社所属の第21黒潮丸（総屯数 1,913.19 屯、2,100 馬力デイーゼル機関）で昭和32年2月26日神奈川県久里浜港を出港し第10図に示す航跡図の通り実験航海を実施、基礎計測は同船積載の漁艇第6，7あけぼの丸（木製13屯 60 馬力デイーゼル装備）で行い、応用計測は直接第21黒潮丸で実施した、猶ほ4月19日D区で同社所属第25黒潮丸（総屯数 492 屯）に転乗し、更に釣獲率及び海況等の関係を調査し、同年5月23日久里浜港に入港した。

実験中の海況は概ね良好で風波ある日で3～4ビ階級程度であつた。操業した海域は第 10 図に示した通り、大体A、B、C、D区の4種の異つた海域で実施、実験計測も各々各区に於いて数回宛行つた。

第 9 図 第 21 黒潮丸（第 25 黒潮丸に転乗直後撮影したもの）

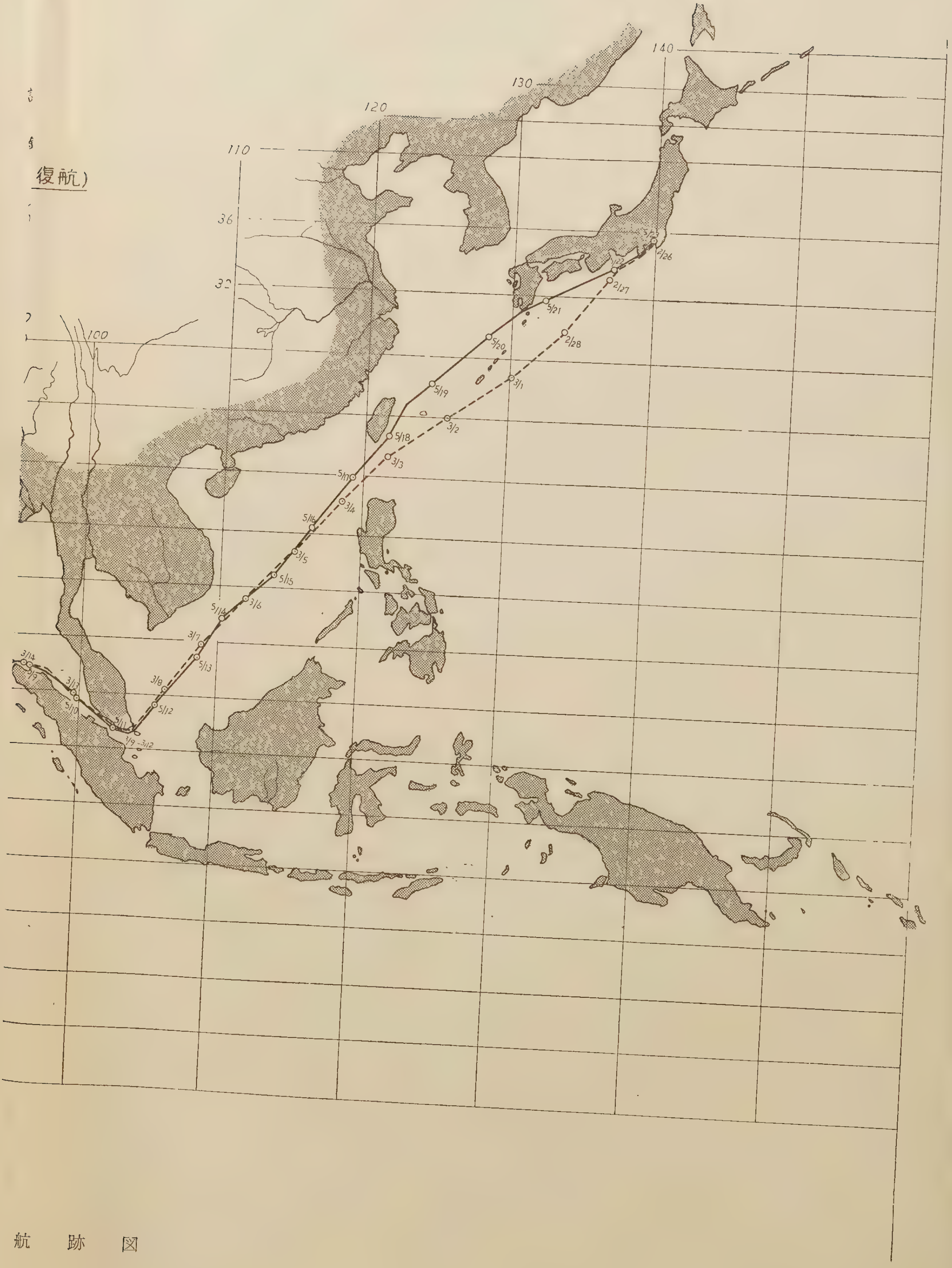
鮪延縄深サ計計測実験航跡図 — No.21黒潮丸(往航並ニ実験)No.25.黒潮丸(

自32年2月26日 至5月23日



第10図　実　験　航　海

復航)


140
130
120
110
100
36
32
2/26
2/27
2/28
3/1
3/2
3/3
3/4
3/5
3/6
3/7
3/8
3/9 - 3/12
3/13
3/14
5/10
5/11
5/12
5/13
5/14
5/15
5/16
5/17
5/18
5/19
5/20
5/21
5/22
5/23

航　跡　図

3. 使用漁具、計測点並びに記録

(1) 漁具

(a) 綿製漁具

第　1　表

縄の種類 ＼ 部位	浮縄	幹縄	ブラン
綿糸 11 匁 タール染め (4 本附)	18.1 m (綿糸 11 匁) 水中のボンデン竹 竿長 1.5 m 計 19.6 m	245 m 1 間 49 m 宛	枝縄 12 m (綿 9 匁) セキヤマ 7.7 m 釣元ワイヤー 1.7 m 計 21.4 m
綿糸 9 匁 タール染め (5 本附)	16.7 m 水中のボンデン竹 竿長 1.5 m 計 18.2 m	258 m 1 間 43 m	同上

(b) 合繊製漁具

第　2　表

縄の種類 ＼ 部位	浮縄	幹縄	ブラン
テビロン 9 匁 (4 本附)	19.6 m (綿糸 11 匁) 但し漁艇で使用の場合は 18.2 m	265 m 1 間 53 m	枝縄 11 m (綿 9 匁) セキヤマ 7.7 m 釣元ワイヤー 1.7 m 計 20.4 m
〃 (5 本附)	同上	260 m 1 間 43.3 m	同上
クレモナ芯入り 樹脂加工 (4 本附)	同上	251 m 1 間 50.2 m	21.4 m
クレモナ芯入り 樹脂加工 (5 本附)	同上	256.2 m 1 間 42.7 m	同上
クレモナ鉛芯入り タール染メ (5 本附)	同上	252 m 1 間 42 m	同上
クレモナ芯入り タール染メ (4 本附)	同上	210 m 1 間 42 m	同上
クレモナ芯入り タール染メ (5 本附)	同上	250 m 1 間 41.7 m	同上

第3表　合成繊維製縄の要目

項目＼縄の種類	クレモナ縄	クレモナ縄	クレモナ縄 樹脂加工	テビロン縄 樹脂加工
直径	5.9 mm	6.0 mm	6.0 mm	6 mm 加工前　加工後
糸の構成	1本鉛芯線入 50×3×3	1本芯入り 50×3×3	1本芯入り 50×3×3	16,500 D (3,000×5 / 1,500×1) 3×3
目付5尺に付	収縮後 11.5 匁	収縮後 8.93 匁	10.35 匁	9.47 匁
上撚り	$16^2/_3$	$16^2/_3$	$17^1/_3$	17

(2) 計測点

枝縄の頂点から 1.0 m 下点の処に1鉢の中の任意のブランに3個若しくは2個装着した。第11図（a）がその装着状況を示したものである。第11図（b）は計器装着の縄を投縄する処である。

(a) 枝縄に計器を装着した処

(b) 計器装着縄を投縄する処

第11図　計器を装着した処

(3) 記録

各項に設けて示す。

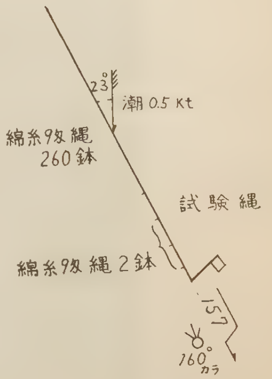
4. 解　　　　析

(1) 各種材料別の縄成り

(a) 試験計測法

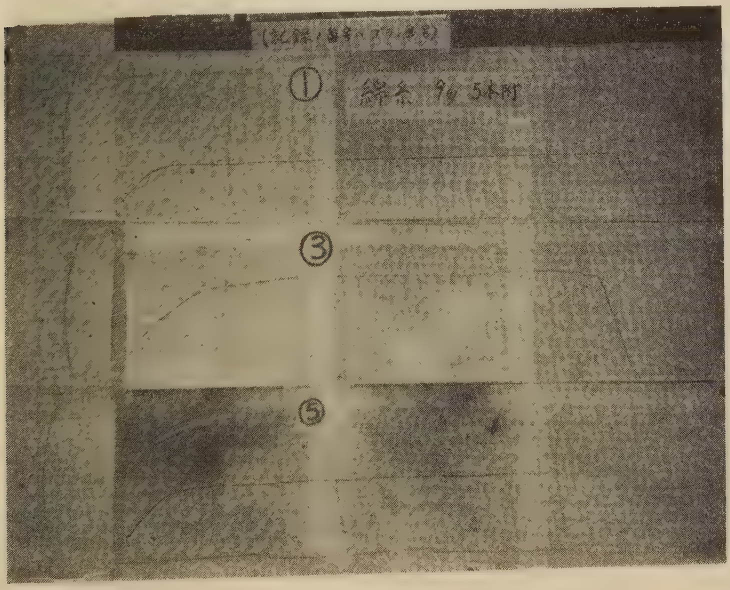
漁艇に一定方向（157度）に綿糸9匁（5本附）を265鉢投縄し、266鉢目に試験縄を前記の様に計器を装着して投縄その後に続いて綿糸縄2鉢投縄、約50分経過後試験縄を揚げ、或る時間を置いて末端縄に再び綿糸9匁（5本附）を置いて次の試験縄続いて綿糸9匁（5本附）縄2鉢を投縄し、50分経過後揚縄、この様な手続きを操り返して実施した。試験縄の順序は次の通りである。綿糸9匁（5本附）、テビロン9匁（5本附）、クレモナ芯入り樹脂加工（5本附）、クレモナ鉛芯入りタール染（5本附）、クレモナ芯入りタール染（5本附）、綿糸11匁（4本附）。

各計測縄共浮子間隔が若干差がある他は全く同条件下に置いた。又縄線の末端近くで実験したがこの附近の縄線の屈曲は認められなかつた。その時の海況は投縄方位157度、潮向 180°， 0.5 kt の速さであり両者の交角は総べて23度であり、風は160度から 1 m/sec の風が吹き波は100度の方向から高さ 0.5 m 程度のものが6秒周期で来ていた。



第 12 図　比較計測時の概況
（投縄線と海況）

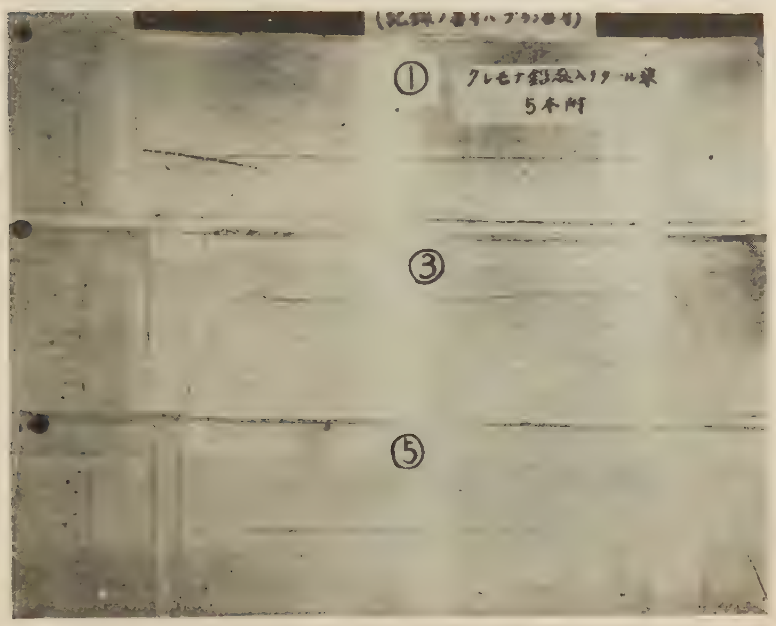
(b) 記録



(a)（綿糸9匁5本附の記録）

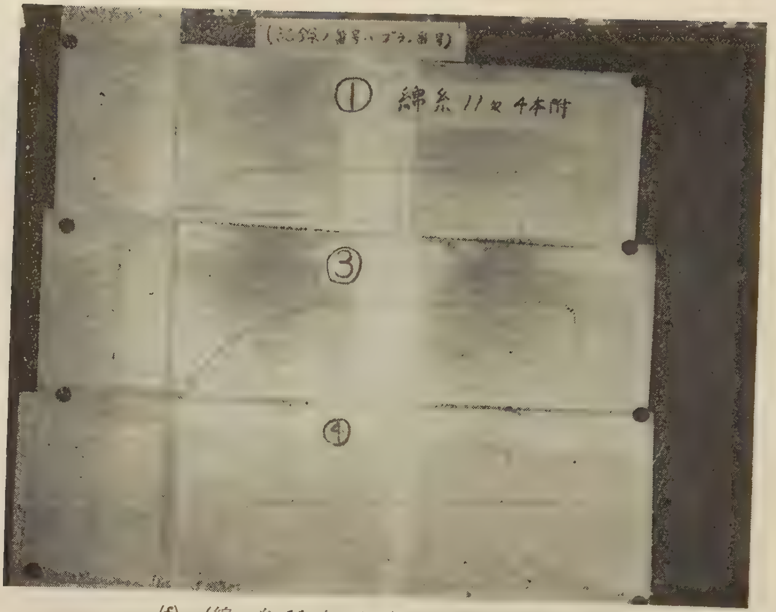
(b) (テビロン 9 匁 5 本附の記録)

(c) (アセテート糸入り樹脂加工 5 本附の記録)



(d) （クレモナ鉛芯入りタール染5本附の記録）

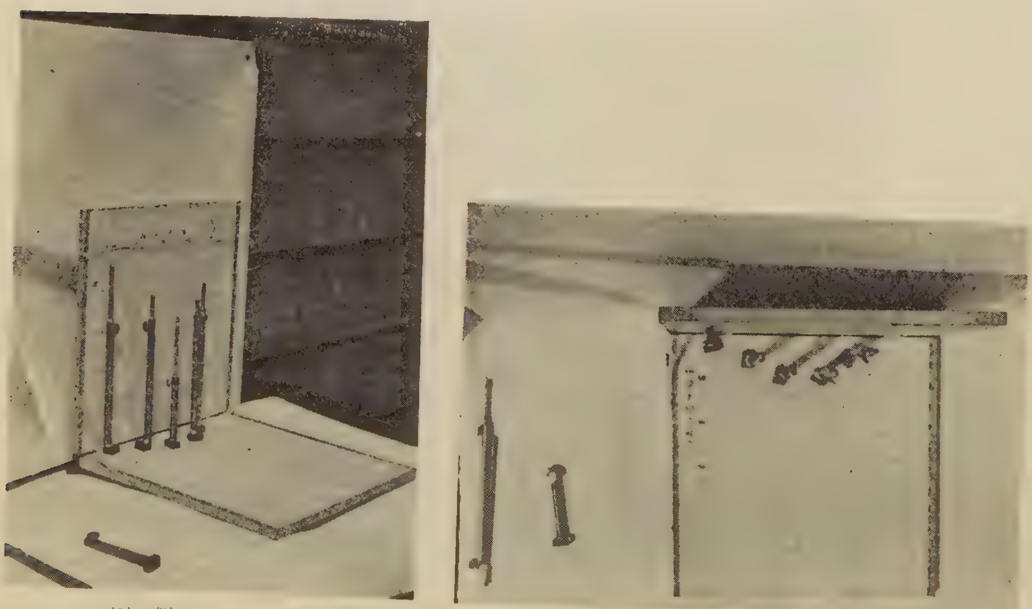
(e) （クレモナ芯入りタール染5本附の記録）



(f) （綿 糸 11 匁 4 本 附 の 記 録）

第 13 図　各 種 縄 の 比 較 計 測 時 の 記 録

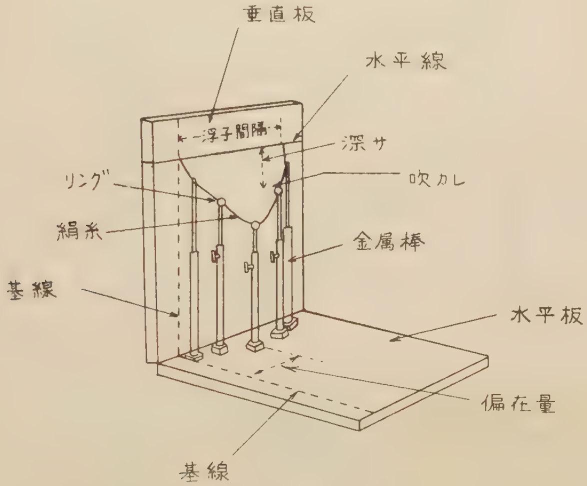
(c) 計器により求められた数値を再び実際の縄成りに再現する事



(a) 側　面　図　　(b) 俯　瞰　図

第 14 図　縄 成 り 再 現 板

計測器により求められるものは計器装着点の深さであるから是等の数値（3 点同時計測）で縄成りを再現するために考案したのが第 14 図に示した様な構造の装置である（一応縄成り再現板と呼称した)。垂直板と水平板とにセクションペーパーを帖付し、目盛 1 mm を実物 1 m とした。即ち縮尺 1/1000 である。垂直板の上部に水平線を設け是を水面とする。次に伸出自由な金属棒を数本用意しその頂部に開放リングを装着した。先ず縄の浮縄長、幹縄長、枝縄長を計測し、その実長の 1/1000 の長さの絹糸を用意し浮子装着点及び各ブラン付根の点に印をつける。金属棒の長さをそれぞれ計測した深さに調整して置く。実験時計測した浮子間隔に合せて垂直板上に絹糸の両浮子装着点の印を保持し、金属棒のリングの中に糸をはめ込み各計測点である印をリング部に合せる。その後各金属棒を水平板上に任意に移動して各部を満足させ曲線が急に屈曲しない自然な曲線となる様に操作して縄成りを再現する訳である。縄成りを求めたら縄の各点の諸数値を目盛板より読み取り第 16～27 図及び第 28～41 図に示す様な作図をした次第である。次に示した第 15 図はその要領解説図である。



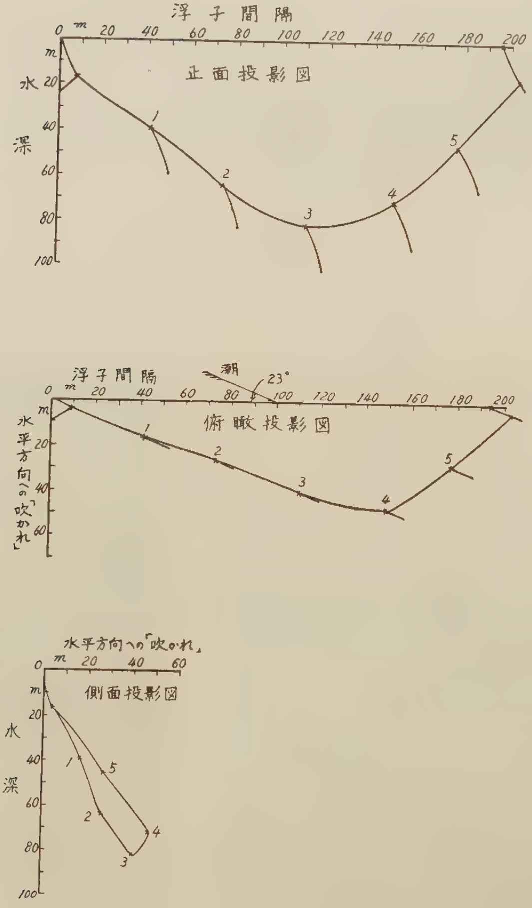
第 15 図　縄成り再現板の解明図

(d) 第1次安定時と第2次安定時の縄成り

第4表 綿9匁5本附第1次安定時の縄成りの基本数値

4月2日綿9匁5本 投入後8.5分経過（1次安）間隔 195 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	17	39.6	64	82	71	45.5	17	0
偏在量	0	8	41	73	110	149	177	203	195
浮子線断面カラノフカレ	0	4	17	26	40	47	27	4	0

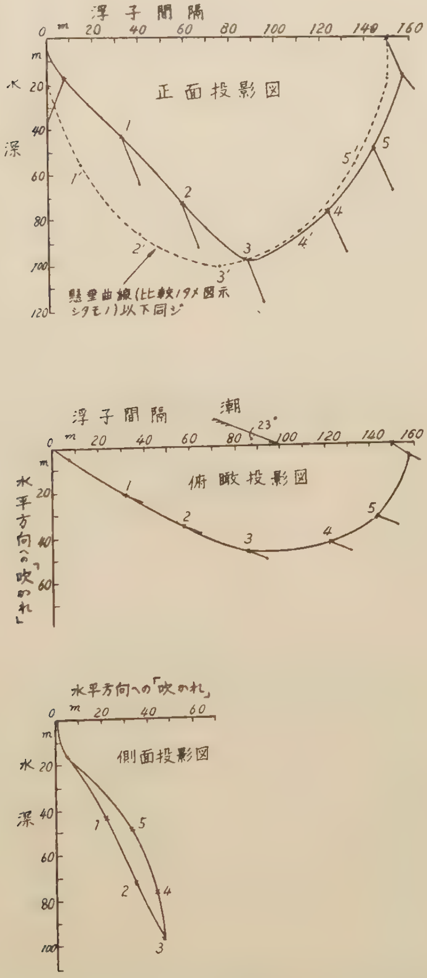


第16図 綿9匁5本附第1次安定時の縄成り

第 5 表　綿糸 9 匁 5 本附第 2 次定時の縄成りの基本数値

4 月 2 日綿糸 9 匁 5 本　投入後 33.5 分 2 次安定　間隔 150 m

	浮子	浮縄末端	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン	4 ブラン	5 ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	17	43.5	73	98	77	49	17	0
偏在量	0	7	32	58	86	122	143	157	150
浮子線断面カラノフカレ	0	5	22	35	47	44	33	5	0

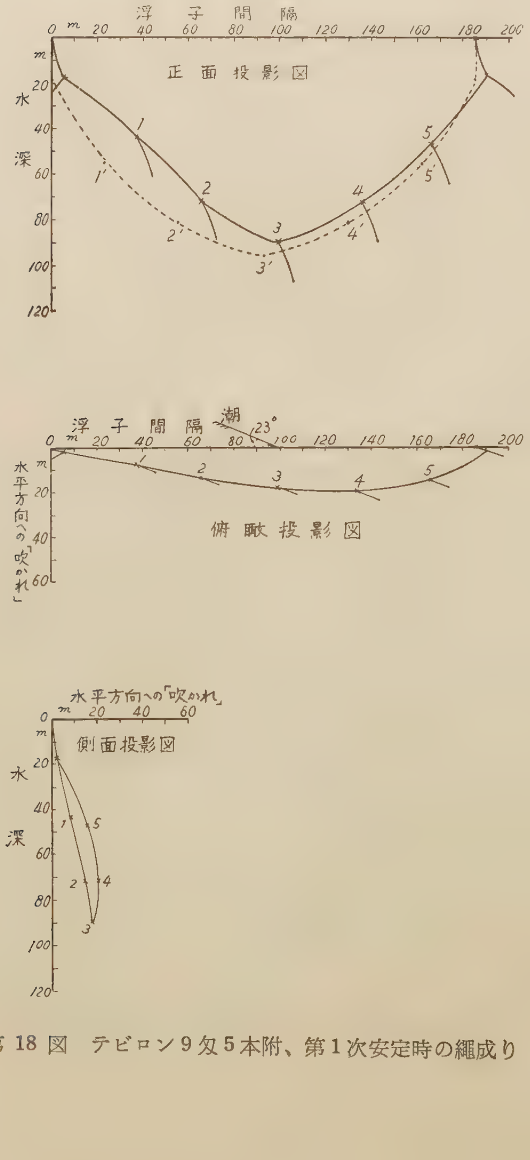


第 17 図　綿糸 9 匁 5 本附第 2 次安定時の縄成り

第 6 表 テビロン9匁5本附第1次安定時の縄成りの基本数値

4月2日テビロン5本1次 18.5 分 間隔 185 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	17	43.8	72	90	72	47.2	17	0
偏在量	0	5	37	65	99	135	166	190	185
浮子線断面カラノフカレ	0	2	82	14	17	20	15	2	0

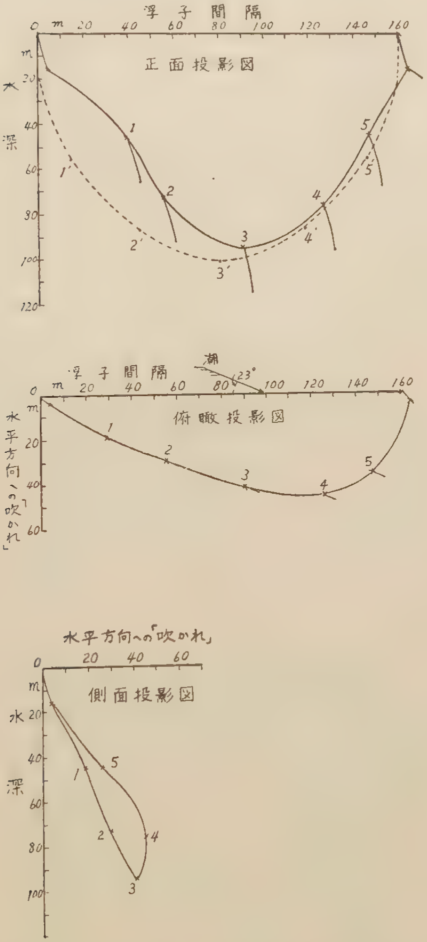


第 18 図 テビロン9匁5本附、第1次安定時の縄成り

第 7 表　テビロン 9 匁第 2 次安定時の繩成りの基本数値

4 月 2 日テビロン 5 本　30.5 分分　間隔 145 m

	浮子	浮繩末端	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン	4 ブラン	5 ブラン	浮繩末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	17	44.3	72	92.5	73	48.2	17	0
偏在量	0	5	30	54	87	121	141	150	0
浮子線断面カラノフカレ	0	5	25	38	52	54	32	5	0

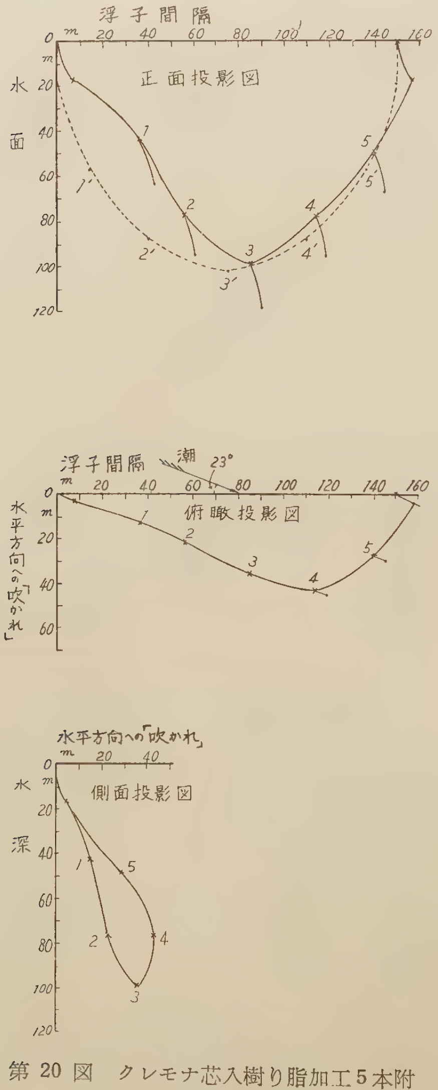


第 19 図　テビロン 9 匁 5 本附第 2 次安定時の繩成り

第 8 表　クレモナ芯入り樹脂加工 5 本附第 1 次安定時の縄成りの基本数値

4 月 2 日クレモナストロング 5 本　6 分後 1 次　間隔 165 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	19	44	73	95	75	49	19	0
偏在量	0	6	36	64	96	131	156	171	165
浮子線断面カラノフカレ	0	3	18	30	44	51	31	3	0

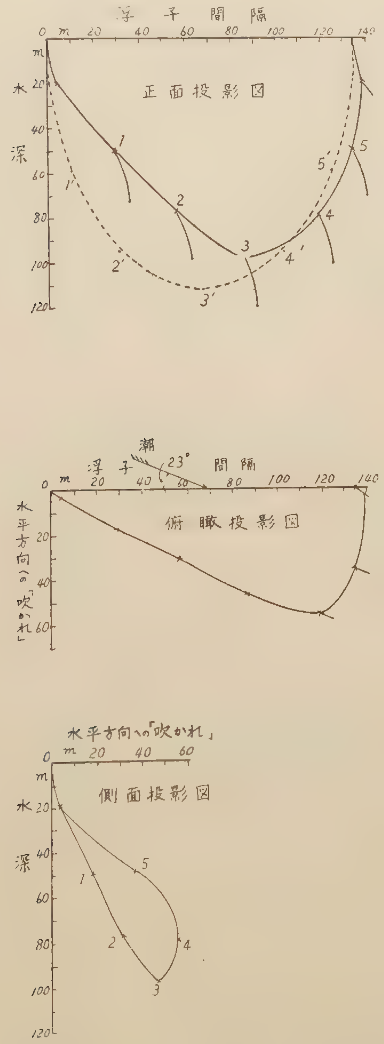


第 20 図　クレモナ芯入樹り脂加工 5 本附
第 1 次安定時の縄成り

第 9 表　クレモナ芯入り樹脂加工 5 本附第 2 次安定時の縄成りの基本数値

4 月 2 日クレモナストロング 5 本　24 分後 2 次　間隔 135 m

	浮子	浮縄末端	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン	4 ブラン	5 ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	20	49.5	77	97.8	79	49	20	0
偏在量	0	4	29	56	86	119	135	139	135
浮子線断面カラノフカレ	0	3	18	31	47	56	36	3	0

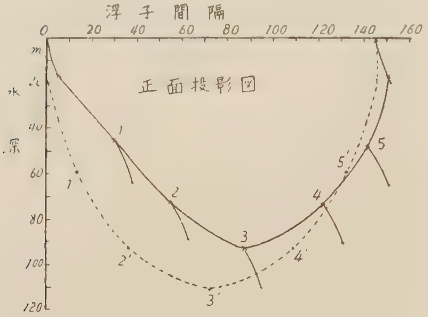


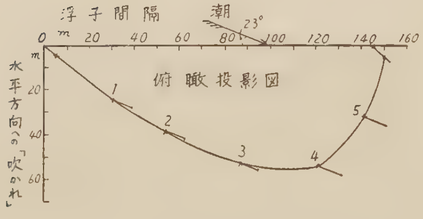
第 21 図　クレモナ芯入り樹脂加工 5 本附
第 2 次安定時の縄成り

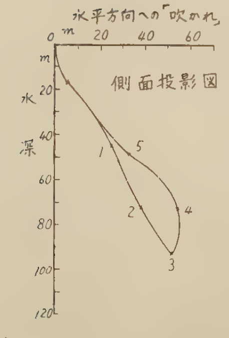
第 10 表　クレモナ鉛芯入りタール染5本附第1次安定時の縄成りの基本数値

4月2日クレモナ鉛芯入りタール5本第1次安定　3分後　間隔 160 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	16	45	73	94.5	76	45	16	0
偏在量	0	4	29	55	90	126	147	164	160
浮子線断面カラノフカレ	0	4	19	30	41	46	36	4	0





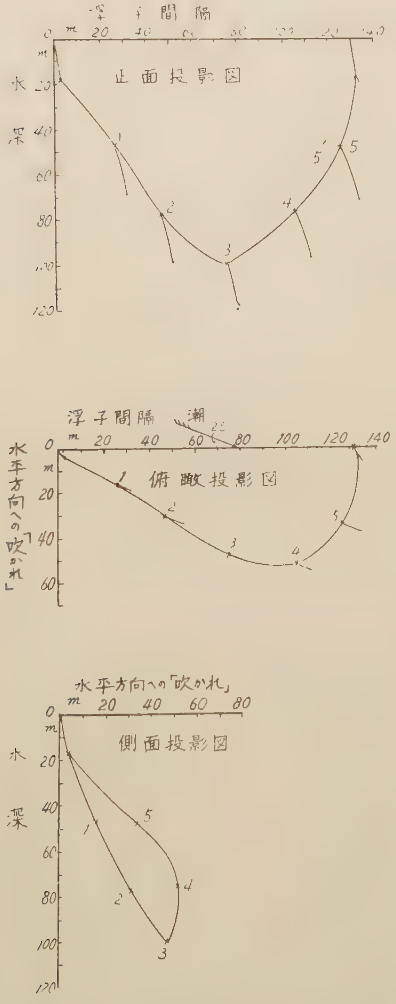


第 22 図　クレモナ鉛芯入りタール染め5本附
第1次安定時の縄成り

第 11 表　クレモナ鉛芯り入タール染メ 5 本附第 2 次安定時の縄成りの基本数値

4 月 2 日クレモナ鉛芯入りタール 5 本第 2 次安定　投入後 24 分　間隔 130 m

	浮子	浮縄末端	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン	4 ブラン	5 ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深　　サ	0	17	46.7	78	100	76	48	17	0
偏　在　量	0	2	26	46	75	105	125	132	130
浮子線断面カラノフカレ	0	4	17	31	47	52	34	4	0

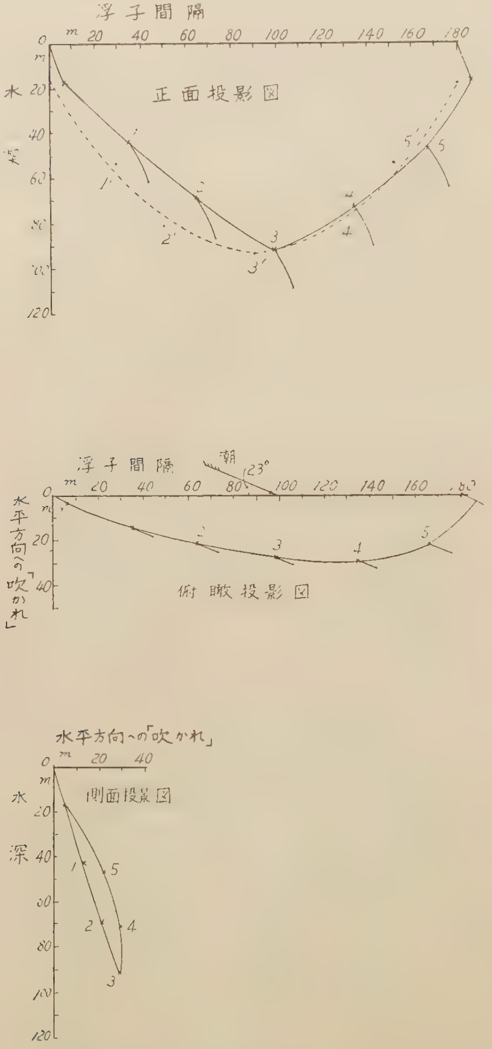


第 23 図　クレモナ鉛芯入りタール染 5 本附の第 2 次安定時の縄成り

第 12 表　クレモナ芯入りタール5本附第1次安定時の縄成りの基本数値

4月2日クレモナ芯入リタール5本1次　間隔 180 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	17.5	43.3	69	91.5	71	47.5	17.5	0
偏在量	0	6	35	64	99	134	166	186	180
浮子線断面カラノフカレ	0	4	13	21	28	29	22	4	0

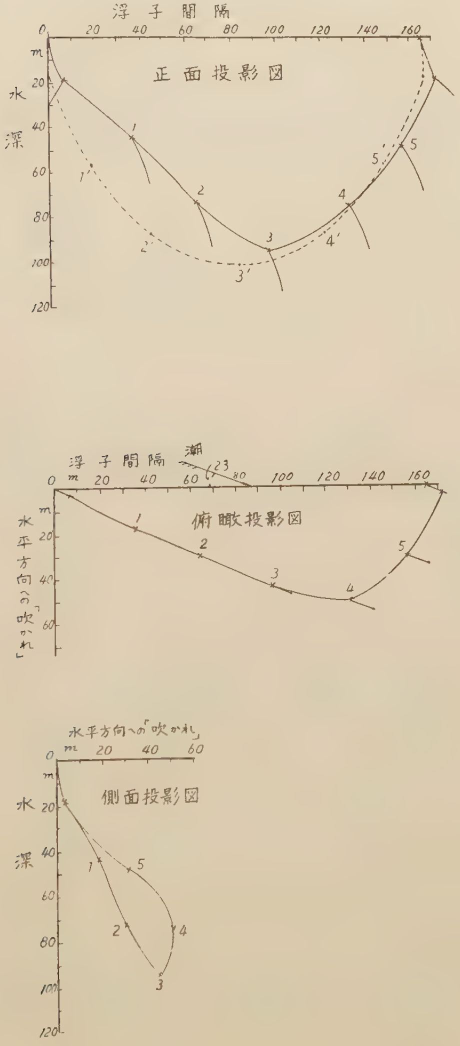


第 24 図　クレモナ芯入りタール5本附
第1次安定時の縄成り

第 13 表　クレモナ芯入りタール 5 本附第 2 次安定時の縄成りの基本数値

4 月 2 日クレモナ芯入りタール 6 本 2 次　間隔 150 m

	浮子	浮縄末端	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン	4 ブラン	5 ブラン	浮末縄端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深　　サ	0	18	43.3	77	99	77	49	18	0
偏　在　量	0	7	36	56	85	114	140	157	150
浮子線断面カラノ吹カレ	0	4	14	22	35	43	28	4	0

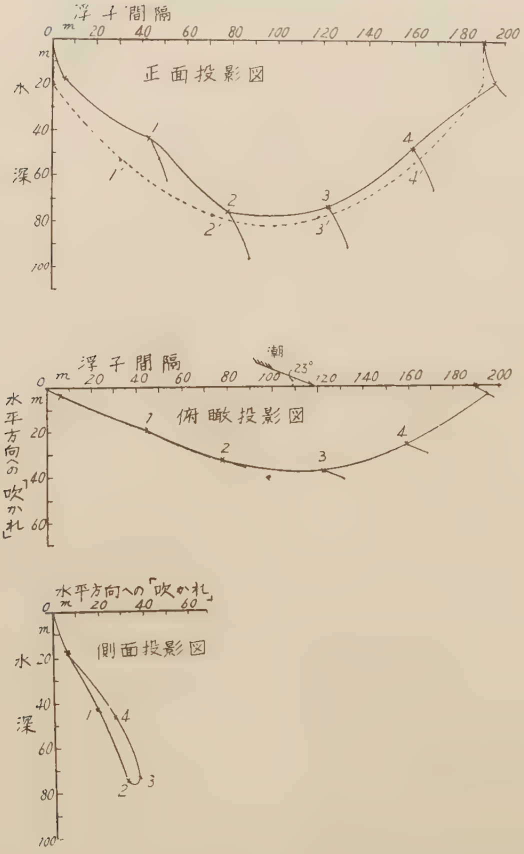


第 25 図　クレモナ芯入りタール染め 5 本附の第 2 次安定時の縄成り

第 14 表　綿糸 11 匁 4 本附第 1 次安定時の縄成りの基本数値

4 月 2 日綿 11 匁 4 本　間隔 190 m　1 次安定　投入 10~11分後

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	18	44	75	73	47	18	0
偏在量	0	6	43	78	122	159	196	190
浮子線断面カラノ吹カレ	0	4	19	32	37	26	4	0

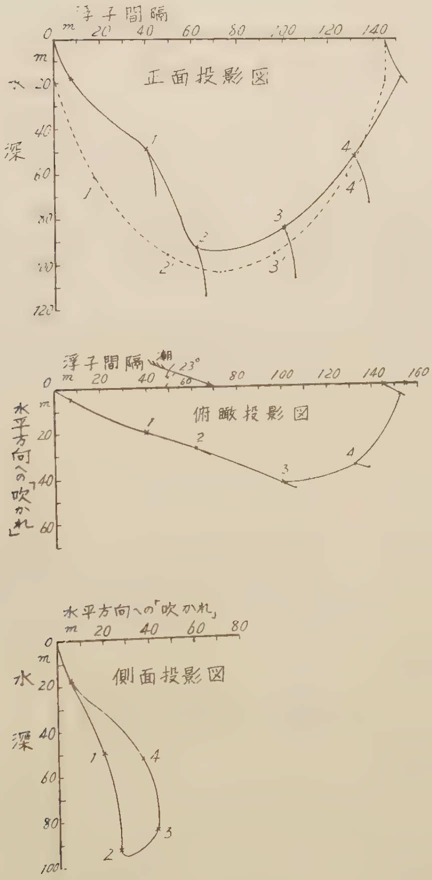


第 26 図　綿糸 11 匁 4 本附の第 1 次安定時の縄成り

第 15 表　綿糸 11 匁 4 本附第 2 次安定時の縄成りの基本数値

4 月 2 日綿 11 匁 4 本　間隔 145 m　30 分後

	浮子	浮縄末端	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン	4 ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	18	49	92.6	84	52.2	18	0
横ヘノズレ	0	7	40	62	100	132	152	145
浮子線断面カラノフカレ	0	5	20	27	43	36	5	0



第 27 図　綿糸 11 匁 4 本附第 2 次安定時の縄成り

(e)　縄の良否の判定

材料の異る縄を全く同一条件で投入し各種の性質を調べたのが第16表である。

第 16 表　　材料別の縄の諸性質（第1次安定時）

縄の種類 ／ 項　目	綿糸9匁 （5本附）	テビロン9匁 （5本附）	クレモナ芯入り樹脂加工 （5本附）	クレモナ鉛芯入りタール染 （5本附）	クレモナ芯入りタール染 （5本附）	綿糸11匁 （4本附）
浮子間隔	8.5 分間	18 分間	5.5 分間	2 分間	9～10 分間	10 分間
投下終了時から第1次安定時迄の所要時間	195 m	185 m	165 m	160 m	180 m	190 m
各ブラン投下終了時からの各ブラン附根が安定する迄の所要時間と水深差	①ブラン (39—20) 4分間＝19 m ③ブラン (82—13) 8分間＝69 m ⑤ブラン (44—0) 6分間＝44 m	(43.8—25) 14.5分間 ＝18.8 m (90—24) 18.5分間 ＝66 m (42.1—11) 4.5分間 ＝31.1 m	(42—24) 2.5分間 ＝18 m (95—14.5) [illegible]分間 ＝80.5 m (49—6) 3.5分間 ＝43 m	(45—42.2) 2分間＝2.8 m (94.5—63) 2分間 ＝31.5 m (45—16) 2分間＝29 m	(43.3—29.5) 6.5分間 ＝13.8 m (91.6—26) 9分間 ＝65.5 m (47.5—16) 4分間 ＝31.5 m	(43—23) 9分間＝20 m (75—21.4) 10分間 ＝53.6 m (41—9.8) 5分間 ＝31.2 m
沈降速度（垂直距離への）	12.2 cm/sec	11.5 cm/sec	20.4 cm/sec	24.2 cm/sec	13.1 cm/sec	10.4 cm/sec
浮子線から水平方向への吹かれ量及びその部位	4 番ブラン 47 m	4 番ブラン 20 m	4 番ブラン 51 m	4 番ブラン 46 m	4 番ブラン 29 m	3 番ブラン 37 m
浮子線垂直断面と縄とのなす平均傾角	35°	18°	32°	28°	25°	32°
ブラン附根の最大水深及びブラン番号	3 番ブラン 82 m	3 番ブラン 90 m	3 番ブラン 95 m	3 番ブラン 94.5 m	3 番ブラン 91.5 m	2 番ブラン 75 m
幹縄中心点の横方向への「ズレ量」	12.5 m	6 m	11 m	10 m	9 m	5 m

第 17 表　　材料別の縄の諸性質（第2次安定時）

縄の種類 ／ 項　目	綿糸9匁 （5本附）	テビロン9匁 （5本附）	クレモナ芯入り樹脂加工 （5本附）	クレモナ鉛芯入りタール染メ （5本附）	クレモナ芯入りタール染メ （5本附）	綿糸11匁 （4本附）
浮子間隔	150 m	145 m	135 m	130 m	150 m	145 m
浮子線から水平方向への吹かれ量及びその部位	3 番ブラン 47 m	4 番ブラン 54 m	4 番ブラン 56 m	4 番ブラン 52 m	4 番ブラン 43 m	3 番ブラン 43 m
浮子線垂直断面と縄とのなす平均傾角	35°	35°	35°	30°	27°	30°
ブラン附根の最大水深及びブラン番号	3 番ブラン 98 m	3 番ブラン 92.5 m	3 番ブラン 97.8 m	3 番ブラン 100 m	3 番ブラン 99 m	2 番ブラン 92.6 m
幹縄中心の横方向への「ズレ量」	9 m	11 m	22 m	10 m	10 m	5 m

第 16～27 図、第 4～15 表に示す様に殆んど同じ投縄条件下に於いても各材料別毎にそれぞれ異つた性質が見られる。只一つ共通している事は投縄線に対して或る交角を持つた潮流がある場合海面上に風波が殆

第 18 表　　第 1 次と 2 次安定時の縄成りとの変化量

項目 ＼ 縄の種類	綿糸 9 匁（5 本附）	テビロン 9 匁（5 本附）	クレモナ芯入り樹脂加工（5 本附）	クレモナ鉛芯入りタール染メ（5 本附）	クレモナ芯入りタール染メ（5 本附）	綿糸11匁（4 本附）
吹かれの差	0 m	+34 m	+5 m	+6 m	+14 m	+6 m
深度の差	3 番ブラン +16 m	3 番ブラン +3 m	3 番ブラン +4 m	3 番ブラン +15 m	3 番ブラン 8 m	2 番ブラン +18 m
傾角の差	0°	+17°	+3°	+2°	+3°	−2°
中心点の「ズレ」の差	−3.5 m	+5 m	+11 m	0 m	+11 m	0 m

んど無くとも縄は浮子線直下に懸垂曲線で垂下せず潮下方向に歪んで吹かれた複雑な 3 次元曲線を画くと云う事である。各懸垂曲線と比較すれば明瞭である。この点に就いては今次全計測を通じてこの種の吹かれがない場合は 1 回もなく皆潮下へ吹かれていた事を強調したい。先ず延縄漁具としての良否を判定する基準として次項を掲げねばならない。即ち、

1. 希望する水深に略々近く各鈎を設置出来る事。
2. 各ブラン形状が魚の摂餌に容易なものである事。
3. 一応安定した縄成りになり時間経過と共に大変化を来さない事。

以上を満足させるためには先ず如何なる外力（潮流又は風、波）の影響も受ける事がないものであるか又は少ないものであらねばならない。即ち浮子線直下に懸垂曲線を画く様なものであれば各鈎の水深は殆んど浮子間隔によつてのみ規則され操業に計画性を持たせる事が可能となる。然し前述又は後述する様に殆んど外力を無視出来る場合は皆無であつた。大小こそあれ潮による吹かれが存在し複雑な 3 次元の曲線を画いていた。

一応この理想に近い（懸垂曲線に近い）ものからその順位を決定せねばならない。即ち出来るだけ次の項目に合致又は近いものを良好なものとして順位を決める。

1. 浮子線垂直断面となす縄の傾角が小さいもの。
2. 幹縄中心点の水平方向への「ズレ」が少ないもの。
3. 時間経過と共にこれらの傾向が大きく増大しないもの。

次表に示したのは各項目別にそれらの順位を決めたものである。

第　　19　　表

時期	順位 ＼ 項目	傾角	幹縄中心点ノ水平方向ヘノ「ズレ」	投了後安定ニ要スル時間	沈降速度
第一次安定時	1.	① テビロン 9 匁	① 綿糸 11 匁	① クレモナ鉛芯入りタール染メ	① クレモナ鉛芯入りタール染メ
	2.	② クレモナ芯入りタール染メ	① テビロン 9 匁	② クレモナ芯入り樹脂加工	② クレモナ芯入り樹脂加工
	3.	③ クレモナ鉛芯入りタール染メ	③ クレモナ芯入りタール染メ	③ クレモナ芯入りタール染メ	③ クレモナ芯入りタール染メ
	4.	④ 綿糸 11 匁	③ クレモナ鉛芯入りタール染メ	③ 綿糸 9 匁	③ 綿糸 9 匁
	5.	④ クレモナ芯入り樹脂加工	③ クレモナ芯入り樹脂加工	③ 綿糸 11 匁	③ テビロン 9 匁
	6.	④ 綿糸 9 匁	③ 綿糸 9 匁	⑥ テビロン 9 匁	③ 綿糸 11 匁

第二次安定時	1.	① クレモナ芯入りタール染メ	① 綿糸 11 匁		
	2.	② クレモナ鉛芯入りタール染メ	② 綿糸 9 匁		
	3.	③ 綿糸 11 匁	② クレモナ鉛芯入りタール染メ		
	4.	④ 綿糸 9 匁	② クレモナ芯入りタール染メ		
	5.	④ テビロン 9 匁	② テビロン 9 匁		
	6.	④ クレモナ芯入り樹脂加工	② クレモナ芯入り樹脂加工		
第一次と第二次との変化度合	1.	① 綿糸 11 匁	① 綿糸 9 匁		① 綿糸 9 匁
	2.	② 綿糸 9 匁	② 綿糸 11 匁		② クレモナ芯入り樹脂加工
	3.	③ クレモナ鉛芯入りタール染メ	② クレモナ鉛芯入りタール染メ		③ クレモナ鉛芯入りタール染メ
	4.	③ クレモナ芯入りタール染メ	② クレモナ芯入りタール染メ		④ 綿糸 11 匁
	5.	③ クレモナ芯入り樹脂加工	⑤ テビロン 9 匁		⑤ クレモナ芯入りタール染メ
	6.	⑥ テビロン 9 匁	⑥ クレモナ芯入り樹脂加工		⑥ テビロン 9 匁

①②③④⑤⑥ は係数でそれぞれ 6.5.4.3.2.1 点に換算する。

以上を綜合して順位を決めると次表の様になつた。

第 20 表

項目 / 順位	縄の種類	※係数	%
1	クレモナ鉛芯入りタール染メ (5本附)	43	79.7
2	綿糸 11 匁 (4本附)	41	75.9
3	綿糸 9 匁 (5本附)	37	68.5
4	クレモナ芯入りタール染メ (5本附)	35	64.8
5	クレモナ芯入り樹脂加工 (5本附)	34	62.96
6	テビロン 9 匁 (5本附)	29	53.7

※ 性能の近似のものは同一係数とした。

第16,17表に示す様に縄全体が最初の安定形状（第1次安定形状）になる迄の所要時間は群を抜いてクレモナ鉛芯入りタール染めが速く2分間であるに対しレクモナ芯入り樹脂加工が約倍の5.5分間、綿糸は9匁、11匁共それぞれその倍の8.5分間から10分間であり、テビロン9匁に至つては約18分間もかかつている。これは大体縄の水中重量の大小に順じている。沈降速度も大体水中重量に比例して居り断然クレモナ鉛芯入りタール染めが大となつている。然るにクレモナ鉛芯入りの傾角並びに吹かれ量がその割に大きいのは縄の表面抵抗が或る方向から流れが当る場合可なり他より大なる事を示し、テビロン9匁は逆に少ない事を意味しているものと考へられる。この事は又幹縄中心点の浮子中央線からのズレ量がクレモナ鉛芯入りタール染めが割合大きい数値を示し、テビロンが少ない事からも伺える。以上から見て縄の材料は比重が大であるのは決して悪い事ではなく必要な事と思われる。但しどの程度が一番良いかは今後の研究に俟たねばならないが

少なくともクレモナ鉛芯入りの比重1.74程度迄は良結果を示している。然し一方この点だけでは決して良い縄の材料とは云えない。即ち縄の表面形状による流体抵抗が相当大きな要素となしている事が伺える。テビロン9匁は比重が小さい割合に第1次安定時に於いて他に比してそんなに劣つていないのはこの縄の表面が滑らかであるので流体抵抗が比較的小さくなつて居り、又逆にクレモナ鉛芯入りタール染めは上撚り少なく表面抵抗が他より相当大きくなつているためではないかと考えられる。

次に大事な事としては投縄後の第1次安定縄成りから時間経過と共にどの様に縄成りが変化するかが重大な事である。勿論初期の浮子間隔と中期、末期の浮子間隔は当然変化して来るが、今回は大体において初期と末期とでは総べてが 30～45 m 狭くなつていた。この状態で最も変化が少なかつたのは綿糸11匁、9匁であり、最も大きかつたのがテビロン9匁であつた。クレモナ鉛芯入りタール染めは第1次安定時と第2次安定時との縄成りの差は殆んどなく次第に鉤の深さは増加している。逆にテビロン9匁は傾角が非常に増大して居り、浮子間隔の短縮の割に比して深さの増加は少ない。

又幹縄中心点の「ズレ」が第1次安定時より若干増加している。是は若干波の上下動による幹縄各部の上下動のため次第に積浅される現象が加わり両者で相殺されるのではないかと考えられる。(積浅現象は後述する)。以上の理由は前述した様に比重の小、大と縄の表面抵抗の小大とに起因するものと考えられる。即ちテビロン9匁の比重は小さいが表面抵抗が少ないから第1次安定時には割合他に比して良好な縄成りであるが、時間経過と共に比重が軽い事と柔軟性が大きいと云う欠点が顕われる波の上下動の影響を顕著に受け傾角が増大するではないかと思われる。クレモナ鉛芯入りタール染めの場合はこの逆となる訳である。(この場合潮は投縄線と 23° の交角で1番ブラン側から来ていた)。次にクレモナ芯入り樹脂加工とクレモナ芯入りタール染めで夫々1次2次安定時共約 1/2 で大体前者が後者の約2倍となつている。是は後者がタール染めにより凹凸部がタールによつて埋められ流体抵抗が減少している事とタールにより柔軟性が前者より少なくなつているためと考えられる。

以上の事由からして縄材料として検討を加えなければならぬ点は次の通りである。

(イ) 比重を可成り大にした方が良いと思われる。少なくとも1.75程度迄は良好な結果を得ている。

(ロ) 水中に於いて流体抵抗が可及的に小さくなる様な断面形状又は表面形状のものとせねばならない。
　その具体例として

(a) 撚りを多くして出来るだけ表面の凹凸を少なくする。又構造方法を改善して流体的の形状を良くする。

(b) 樹脂加工又はタール染めにより表面の凹凸を可及的に滑らかにする。

(c) 径を可及的に小さくする。

(d) 繊維のケバ立ちを避ける。

(ハ) 水中での縄の柔軟性を適当に固くする。

この意味合から見て今回の縄に施されている樹脂加工は水中での柔軟性をより増している傾向がある様である。

以上の様な各材料別による縄の性質を把握して投縄時に潮流の受け方を考えて操業すれば是等合繊縄も決して綿糸縄に劣らないものとする事が可能と考えられる。勿論今回の同時比較実験は潮と縄線との交角23°のもの1回に過ぎないが、特に交角の変化により縄の表面抵抗が異つて来るので、表面形状の良いものと悪いものとでは交角が小になればなる程縄成りの良否の差が顕著になるものと推察される。前記の縄成りの良否の順位は今回供試した縄に就いてであつて、同じ品種のものでも一寸した出来具合の差で順位は変る可能

性がある。一応両極端のクレモナ鉛芯入りタール染め、綿糸11匁とテビロン9匁は別として、綿糸9匁、クレモナ芯入りタール染め、クレモナ芯入り樹脂加工の3種に就いては大体近似的な性能であると見て差支えないと思われる。この事は合繊縄も一寸した改善で従来の綿糸縄に優るとも劣らない延縄に仕立てる事が可能であると云う事をも意味すると考えられる。

(2) 潮、風による幹縄の吹かれと釣獲との関係

(a) 潮、風による幹縄の吹かれ

前項でも述べた様に操業時の縄成りは良く謂われている懸垂曲線は殆んどとつていなく、必ず横斜めに吹かれ3次元の複雑な曲線を画いて居る事が確認された。即ち外力（潮流、風波）が皆無の場合は理論上では懸垂曲線をとり相対位置にある各ブラン附根の水深は全く同一であるのが当然と考えられる。然し実際操業海域に於いては風波こそ皆無の場合があつても水の流れのない場合は皆無と云つて差支えないであろう。次に風波がなく潮流のみある場合ボンデン及び浮子の空気抵抗を無視すれば如何なる方向から如何なる速さの流れがあつても縄は流れと共に移動し縄と水とに相対速度は生じないと考えられる。然らば潮による吹かれも当然ないと云わねばならない。然し実際は相当量の吹かれがある事は判然としている。計測の相対位置の各ブラン附根の水深が略々近似の場合が二、三例あつたがこの場合でも理論的懸垂曲線の場合の深さより相当浅い記録に現われている。この理由を一応考えて見る事が必要であろう。先ず縄と水とに相対速度が生ずるには次の事が考えられる。

(イ) ボンデン及び浮子に生ずる風波による抵抗のため水中の縄を海表面にある浮子、ボンデンで或る方向に規制する場合

(ロ) 投縄終了後も総投縄線に数種の潮が当る場合幹縄を通じて左右からの相関々係で任意の鉢数がそれらの鉢に当る潮への同調を規制する場合

(ハ) 水中に於いての潮の流速及び方向が二重、三重に異る（所謂二重潮、三重潮等）場合

(ニ) (イ)、(ロ)、(ハ)が任意に組合されている場合

等々が考えられる。

以上の諸項が組合されて“吹かれ”の結果を生ずるものと思われる。従つて海況及び投縄線の緊張度合及び総投縄鉢の中の各部に当る潮流の方向と流速が異るであろうから任意の鉢の部分の潮流速が即ちその尽その部分の縄と水との相対速度とはならない。同時期及び同位置附近の縄と水との相対速度は同じであつても場所及び日時が異れば同じ潮流速度であつてもそれらの縄と水との相対速度は自ら別である筈である。投縄線始点終点の両末端は特に屈曲し勝であるのは左右からの規制が少くとも半分即ち片側からだけとなり片方は解放されているからである。

第21表及び第28～40図で示す様に縄成りは相当に潮流速と縄の方向との交角によつて影響を受けている事が判る。例えば綿糸11匁（4本附）を例にとつて見ると水平方向への吹かれも左右方向への吹かれも大体縄線と潮向との交角によつて決つて来ている。但し是は決定的な要素でなく左右の縄からの索制力、浮子間隔等に依つて当然その絶対値は変つて来て一定ではない。左右への「ズレ」は縄線と潮向とが平行する場合が最大で直交する場合が最小で零である。水平方向への吹かれは潮向と縄線とが平行の場合零で直交の場合が最大となつている。

(b) ブラン形状と釣獲との関係

前項で述べた様に潮によつて幹縄が吹かれる。それは潮上の方が概して浅く潮下が深く左右が不対称となる。従つて当然ブランもこの傾向となり潮上側は幹縄に近く沿い潮下は幹縄から離れて吹かれる事は前項の図に示した通りである。この吹かれによるブラン形状と釣獲状況との関係を調べると次の様な関係が判明した。先ず綿糸11匁4本附に就いて検討したのが次の第35表である。

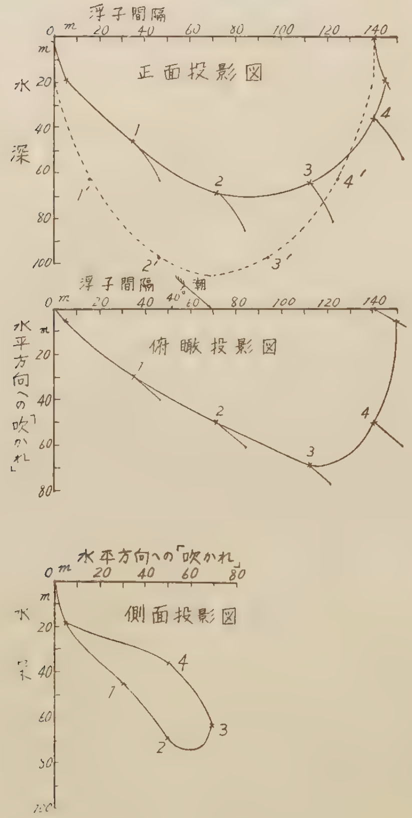
第 21 表

月日	縄の種類	鈎の数	浮縄長	幹縄長	ブラン長	比重	浮子間隔	投縄方位	海況 潮流向	潮流速	風向	風速	波向	波高	周期	潮流向ト縄線ノ交角	風向ト縄線ノ交角	波向ト縄線ノ交角	縄ノ吹カレ水平方向へ	幹縄中心点ノ水平方向ヘノズレ	各ブラン附根の深さ（各鈎の深さ） 1	2	3	4	5
		ケ	m	m	m		m		ヘ	kt		m/sec		m	sec					m	m				
3/28	綿糸11匁4本附	4	18.2	245	21.4		140	320°	0°	1.0						40°			3ブラン 69m	24	45.5 (63)	69 (85)	64 (82)	36 (53)	
4/3		〃	〃	〃	〃		〃	175°	225°	0.6						50°			3ブラン 75	16	42 (62)	78 (98)	72 (92)	44 (63)	
4/14		〃	〃	〃	〃	1.4	185	338°	180°	1.5	350°	5	160°	1.5～2.0	7	22°	12°	0°	2ブラン 50	20	41 (59)	72.8 (91)	48 (66)	32 (49)	
4/15		〃	〃	〃	〃		160	326°	270°	1.5	90°	4				56°	56°	終点へ56°	3ブラン 61	20	32 (49)	43.5 (64)	76 (94)	45 (62)	
3/20	綿糸9匁5本附	5	〃	258	〃	1.39	175	124°	203°	1.0						80°			3ブラン 65	3.5	47.5 (69)	64 (85)	65.5 (88)	62 (83)	50 (71)
4/7	クレモナ鉛芯入りタール5本附	〃	19.6	252	21.4	1.75	180	323°	293°		130°	6				30°	13°		3ブラン 51	16	32 (49)	47 (64)	70 (86)	76.7 (94)	45 (64)
4/11	クレモナ芯入りタール4本附	4	〃	210	21.4		150	310°	270°	2.0		〃				40°			3ブラン 48	20	36 (55)	50.5 (70)	72.8 (91)	51 (69)	[illegible]
3/20	クレモナ芯入り樹脂加工5本附	5	18.2	256	21.4		170	124°	203°	1.0						80°			3ブラン 74	2	48.5 (70)	59 (80)	59 (80)	59 (80)	41.5 (63)
3/28	〃	〃	〃	〃	〃	1.33	160	320°	0°	〃						40°			4ブラン 78	20	34.5 (52)	54 (72)	65 (84)	64 (83)	42 (61)
4/8	〃 4本附	4	19.6	251	〃		160	336°	293°	1.5		3				43°			3ブラン 57	35	27 (44)	39 (57)	70 (89)	52 (61)	
4/13	テビロン 9匁 4本附	4	〃	265	20.4	1.28	160	288°	248°	〃						40°			3ブラン 53	30	33 (49)	52.8 (71)	84.5 (102)	56 (73)	
10/23	クレモナ芯ナシタール5本附	5	18	302	22.8	1.23	180	270°	0°	0.5	0°	4	0°	0.5～1.0	8～10	90°	90° 潮ノ逆	90°（〃）	3ブラン 88	0	51.8 (64)	75 (89)	82.5 (98)	75 (89)	51.3 (69)
	綿糸9匁5本附	〃	〃	〃	〃	〃	210	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	3ブラン 46	0	60 (78)	89 (105)	100 (116)	89 (105)	60 (73)

第 22 表

3月28日綿11匁4本　間隔 140 m

	浮子	浮繩末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮繩末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	19	45.5	69	64	36	19	0
偏在量	0	5	35	71	112	140	145	140
浮子線断面カラノ吹カレ	0	5	30	50	69	50	5	0

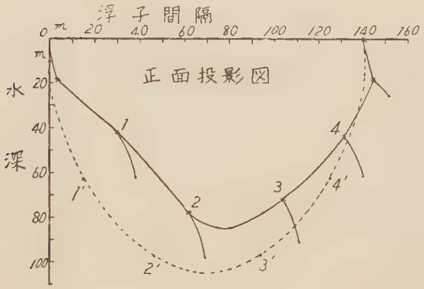


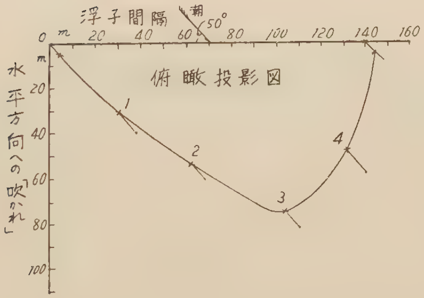
第 28 図　綿11匁4本附の繩成り

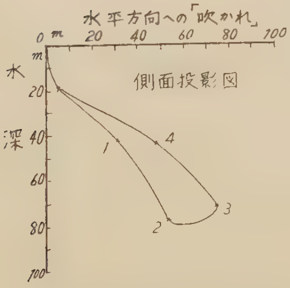
第　23　表

4月3日綿糸11匁4本　間隔 140 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	19	42	78	72	44	19	0
偏在量	0	4	30	61	103	131	144	140
浮子線断面カラノ吹カレ	0	5	31	53	75	48	5	0





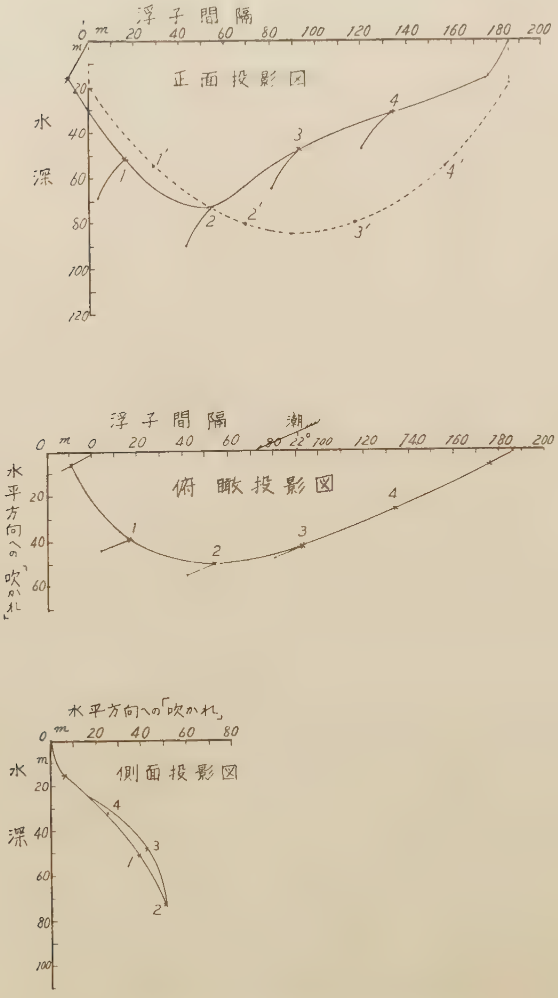


第 29 図　綿糸11匁4本附の縄成り

第 24 表

4月14日綿11匁4本　投入後8.5分経過　間隔 185 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	16	51	72.3	48	32	16	0
偏在量	0	9	16	54	93	134	176	185
浮子線断面カラノ吹カレ	0	6	39	50	42	25	6	0

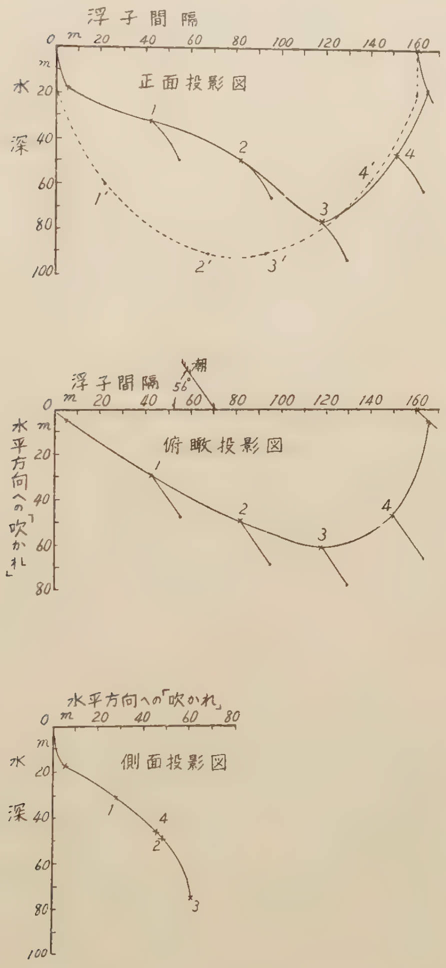


第 30 図　綿糸11匁4本附の縄成り

第　25　表

4月15日綿糸11匁4本　間隔 160 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	18	32	48.5	76	46	18	0
偏在量	0	5	42	82	118	150	165	160
浮子線断面カラノ吹カレ	0	5	28	49	61	47	5	0

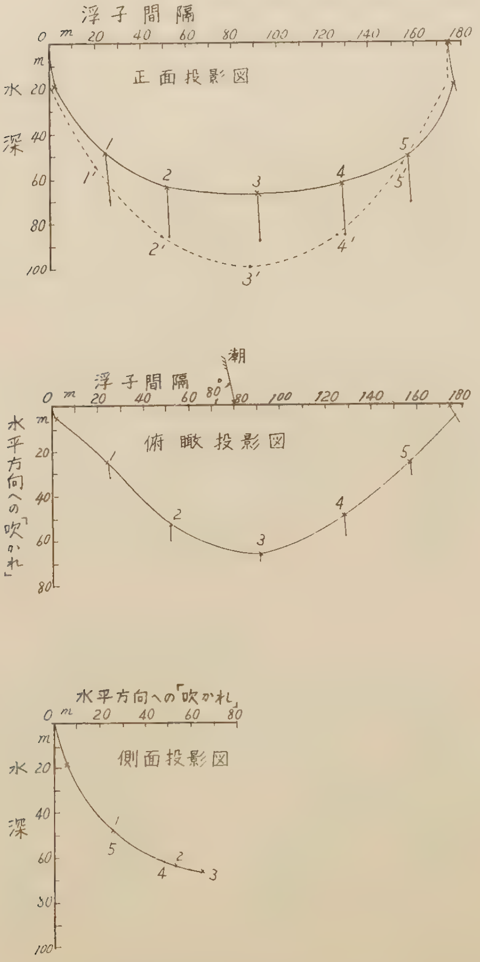


第 31 図　綿糸 11 匁 4 本附の繩成り

第 26 表

3月20日綿9匁5本　間隔 175 m

	浮子	浮綱末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮綱末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	18.5	47.5	64	65.5	62	50	18.5	0
偏在量	0	2	24	51	91	128	157	17.7	175
浮子線断面カラノ吹カレ	0	5	25	53	65	48	25	5	0

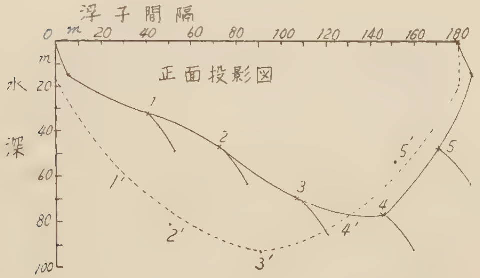


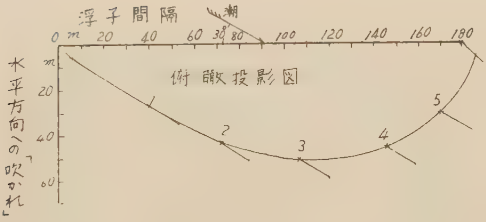
第 32 図　綿糸9匁5本附の縄成り

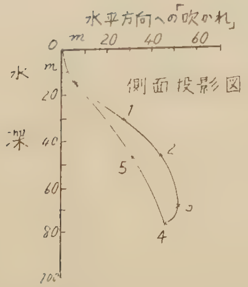
第　27　表

4月7日クレモナ鉛タール5本　4ブラン投入後　間隔 180 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	15	32	47	70	76.7	48	15	0
偏在量	0	6	40	72	106	145	170	186	180
浮子線断面カラノ吹カレ	0	6	27	44	51	46	31	6	0





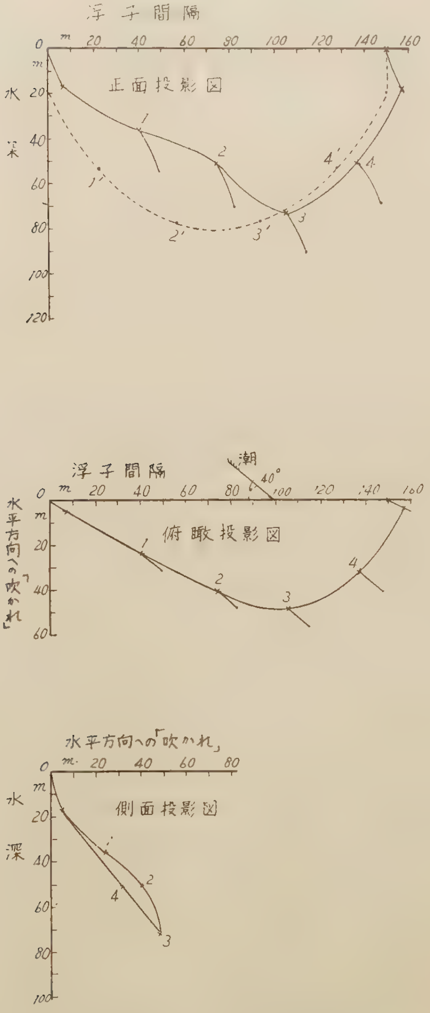


第 33 図　クレモナ鉛芯入りタール染5本附の縄成り

第 28 表

4 月 11 日クレモナ芯入りタール 4 本　間隔 150 m

	浮子	浮縄末端	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン	4 ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	17	36	50.5	72.8	51	17	0
偏在量	0	7	40	74	105	136	157	150
浮子線断面カラノ吹カレ	0	5	23	40	48	31	5	0

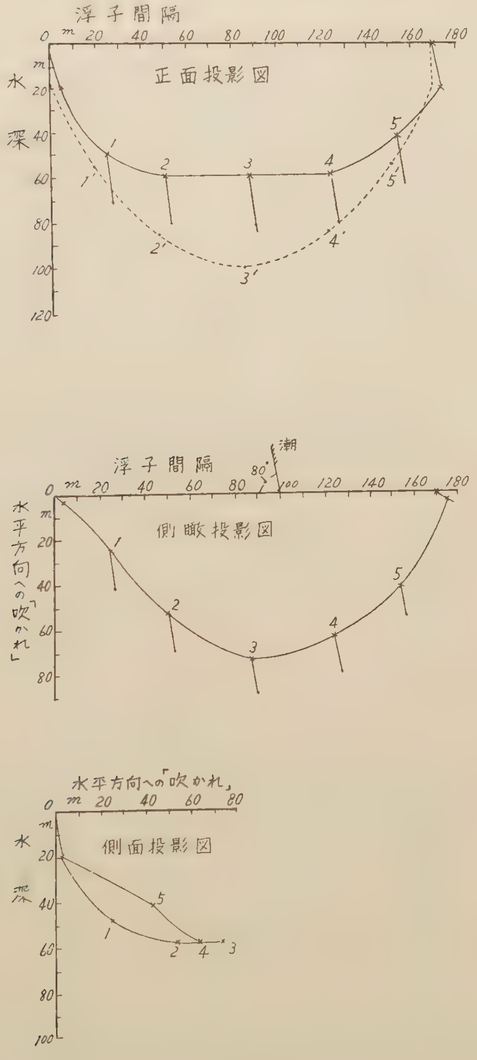


第 34 図　クレモナ芯入りタール染め 4 本附の縄成り

第　29　表

3月20日クレモナストリング5本　間隔 170 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	20	48.5	59	59	59	41.5	20	0
偏在量	0	4	24	50	87	124	154	174	170
浮子線断面カラノ吹カレ	0	3	25	53	74	64	42	3	0

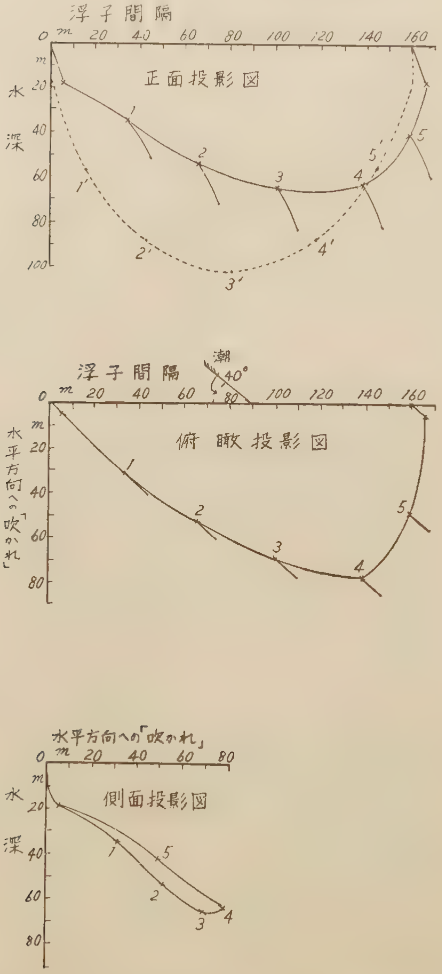


第 35 図　クレモナ芯入り樹脂加工5本附の縄成り

第 30 表

3月28日クレモナストリング5本　間隔 160 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	19	34.5	54	65	64	42	19	0
偏在量	0	5.5	33	65	100	138	159	165.5	160
浮子線断面カラノ吹カレ	0	5	32	51	69	78	49	5	0

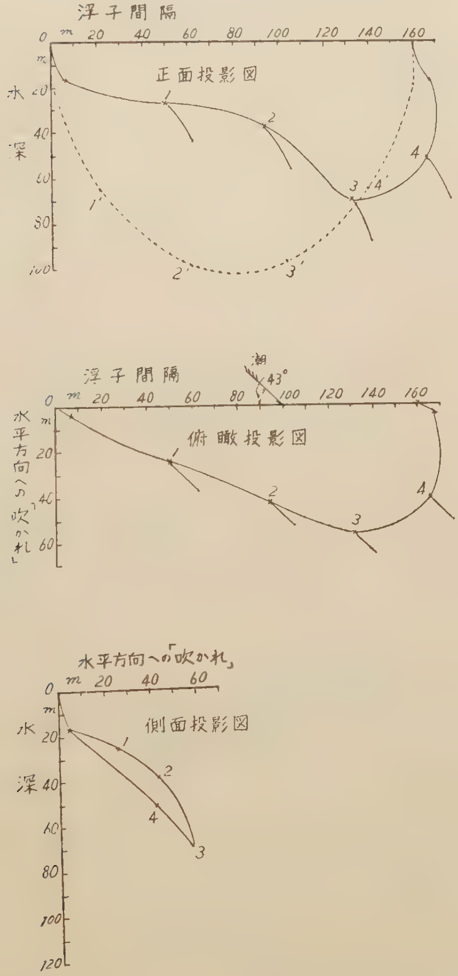


第 36 図　クレモナ芯入り樹脂加工 5 本附の縄成り

第　31　表

4月8日クレモナストロング4本　2次(26分)　間隔 160m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	16.5	27	39	70	52	16.5	0
偏在量	0	7	50	94	131	165	16.7	160
浮子線断面カラノ吹カレ	0	4	25	43	57	42	4	0

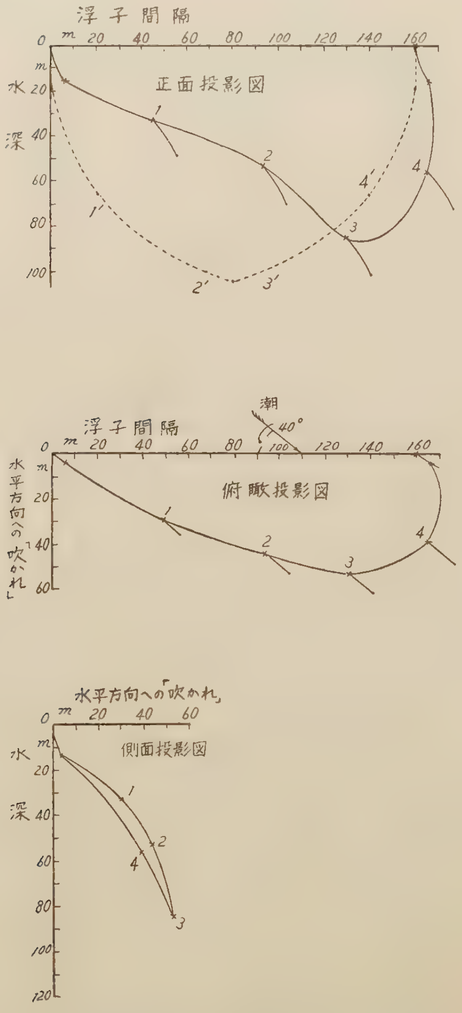


第 37 図　クレモナ芯入り樹脂加工4本附の縄成り

第　32　表

4月13日テビロン4本　13分後　間隔 160 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	16	33	52.8	84.5	56	16	0
偏在量	0	6	49	93	130	165	166	160
浮子線断面カラノ吹カレ	0	4	30	44	53	39	4	0

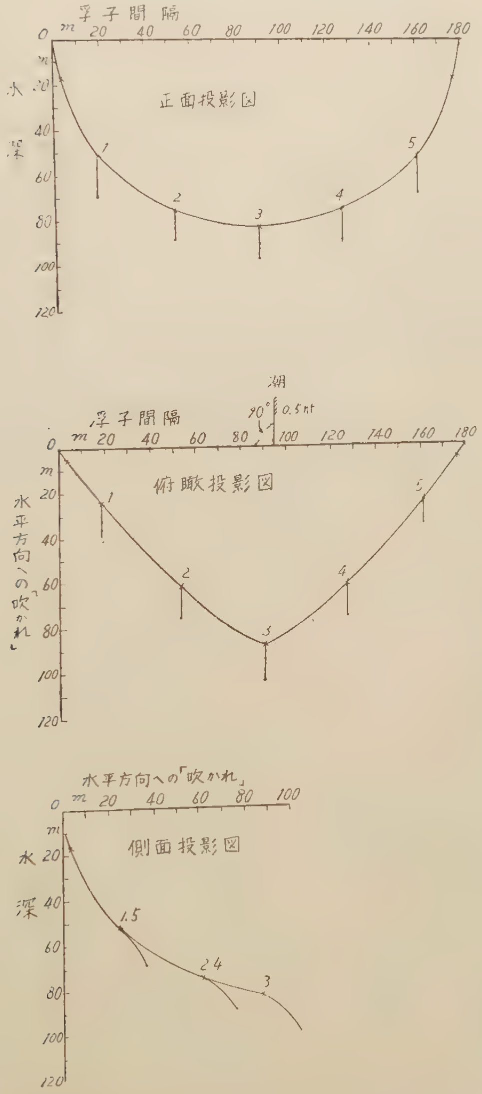


第 38 図　テビロン 9 匁 4 本附の縄成り

第　33　表

31年10月23日クレモナ芯なしタール染め5本　浮子間隔 180 m

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	17	51.8	75	82.5	75	51.8	17	0
偏在量	0	3	19	53	90	127	161	177	180
浮子線断面カラノ吹カレ	0	6	24	61	88	61	24	6	0



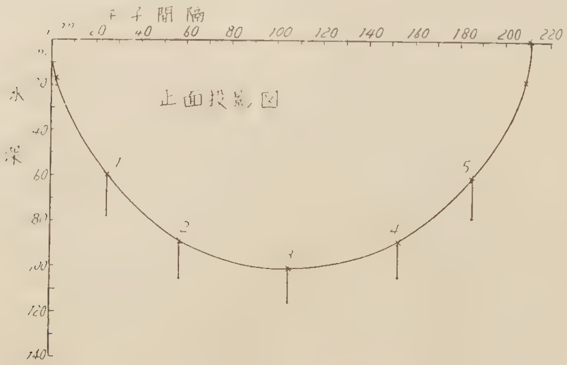
第 39 図　クレモナ芯なしタール染5本附の縄成り

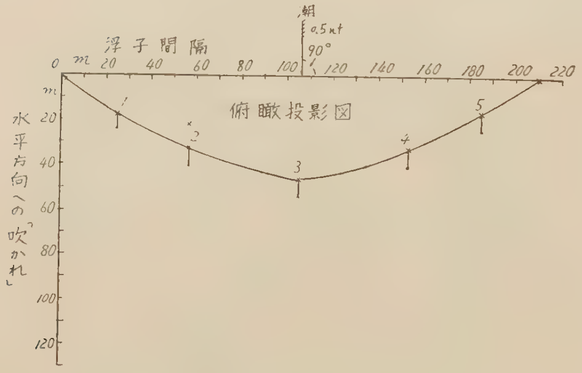
第 34 表

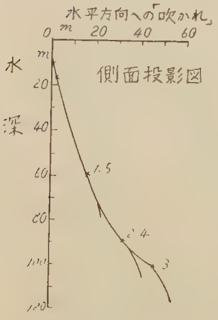
潮との交角 90° … 0.5 kf

10 月 23 日綿糸 9 匁　間隔 210 m（幹縄長 302 m）周

	浮子	浮縄末端	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン	4 ブラン	5 ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深　サ	0	17.5	60	89	100	89	60	175	0
偏在量	0	2	25	57	105	153	185	208	210
浮子線断面カラノ吹カレ	0	2	17	32	46	32	17	2	0







第 40 図　綿糸 9 匁 5 本附の縄成り

第　35　表

1 番 ブラン

月日	繩の種類	水温	釣ノ深サ	ブラン形状ノ良否	釣獲尾数(100 鉢) キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% 計
		°C	m		尾	尾	尾				
4/15	綿糸11匁4本附	27.4	49	不良	0	0	0	0	0	0	0%
4/3	綿糸11匁4本附	24.2	62	不良	1.66	1.1	2.2	10.7	13.3	50	17.6%
3/28	綿糸11匁4本附	27.7	63	不良	1.15	0	0.38	14.3	0	33.3	16.7%
4/14	綿糸11匁4本附	25.7	69	良	3.3	0.66	0	50	6.25	0	19.4%
4/2	綿糸9匁5本附	23.5	64	不良	3.5	4.7	0	17.1	19.5	0	16.4%

2 番 ブラン

月日	繩の種類	水温	釣ノ深サ	ブラン形状ノ良否	釣獲尾数(100 鉢) キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% 計
		°C	m		尾	尾	尾				
4/15	綿糸11匁4本附	25.6	65	不良	0	2	1	0	11.8	10	13.6%
4/3	綿糸11匁4本附	22.1	98	良	1.1	3.9	1.1	7.11	46.6	25	21.6%
3/28	綿糸11匁4本附	20.0	85	不良	1.53	0	0	18.6	0	0	16.7%
4/14	綿糸11匁4本附	23.4	91	良	1.33	5.3	0	20	50	0	32.3%
4/2	綿糸9匁5本附	23.5	92	不良	2.35	5.3	1.18	11.4	22	22.2	17.6%

3 番 ブラン

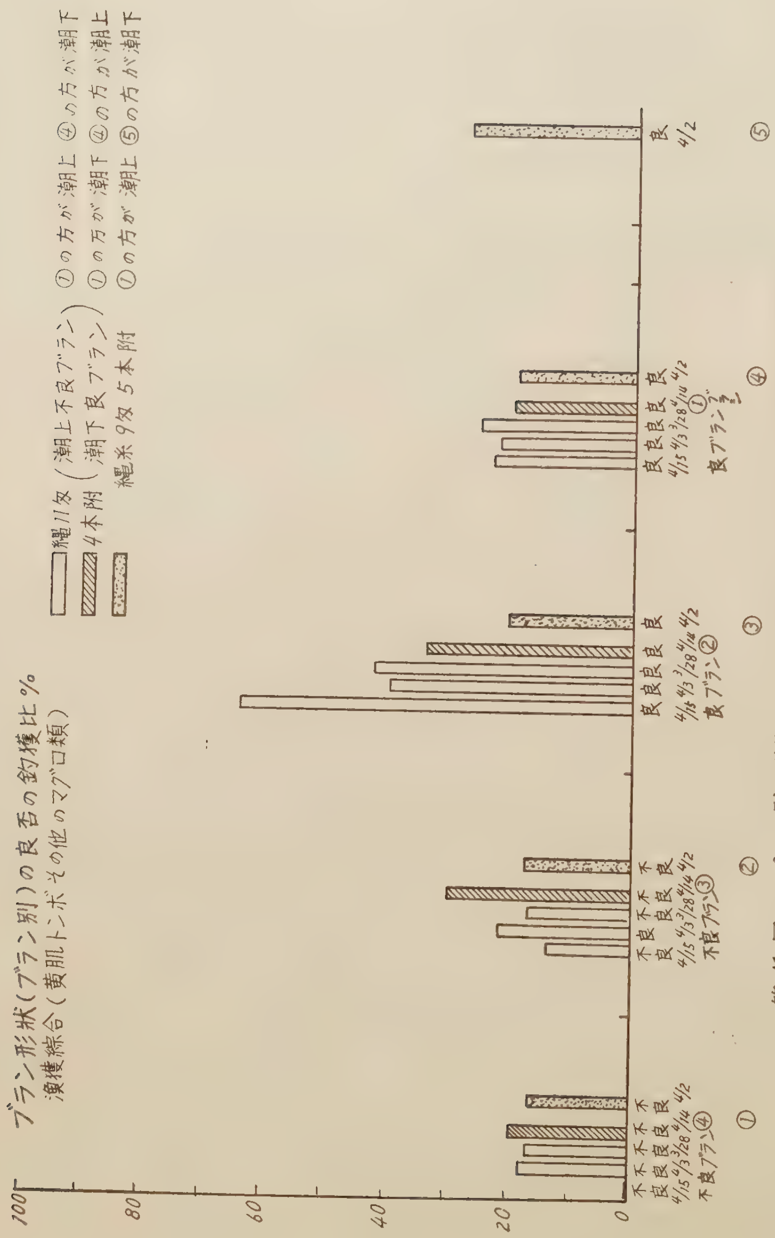
月日	繩の種類	水温	釣ノ深サ	ブラン形状ノ良否	釣獲尾数(100 鉢) キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% 計
		°C	m		尾	尾	尾				
4/15	綿糸11匁4本附	23.1	94	良	3	11	0	75	64.7	0	63.6%
4/3	綿糸11匁4本附	22.4	92	良	7.2	2.8	1.1	46.4	33.3	25	39.2%
3/28	綿糸11匁4本附	20.4	82	良	3.4	0	0.38	42.8	0	33.3	41.7%
4/14	綿糸11匁4本附	26.1	66	不良	2	4	0	30	37.5	0	29.0%
4/2	綿糸9匁5本附	20	118	良	3	5.9	1.18	14.3	24.4	22.2	20%

4 番 ブラン

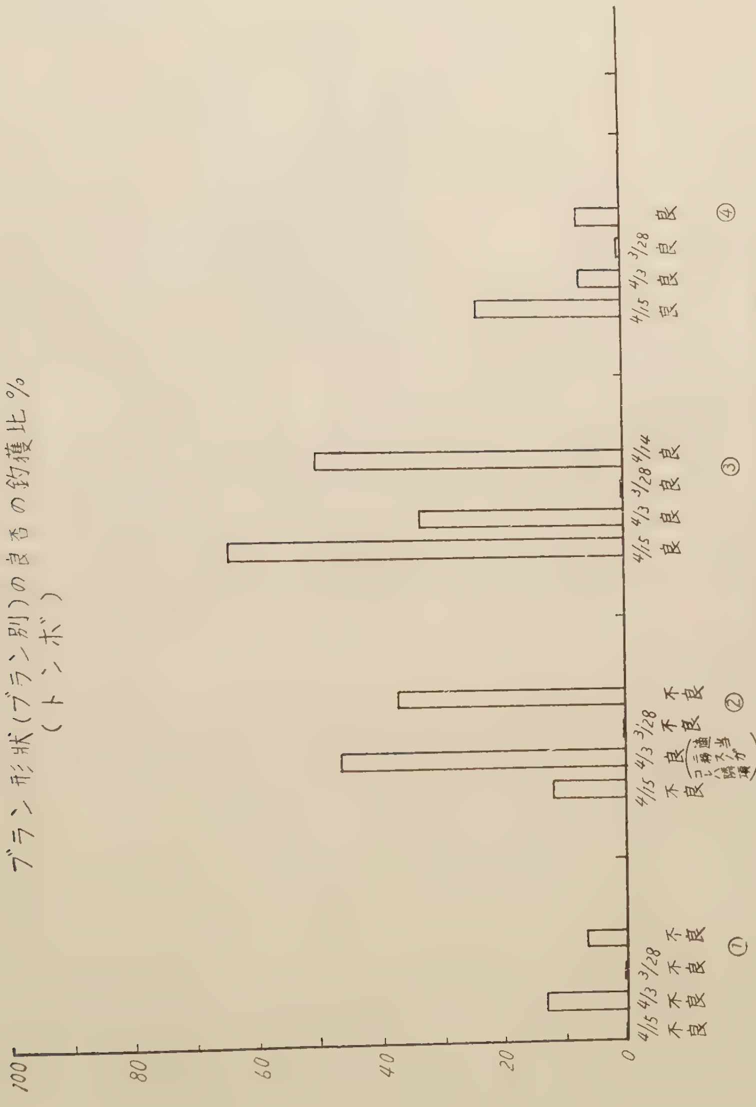
月日	繩の種類	水温	釣ノ深サ	ブラン形状ノ良否	釣獲尾数(100 鉢) キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% 計
		°C	m		尾	尾	尾				
4/15	綿糸11匁4本附	25.6	63	良	1	4	0	25	23.5	0	22.7%
4/3	綿糸11匁4本附	24.1	63	良	5.5	0.6	0	35.7	6.6	0	21.6%
3/28	綿糸11匁4本附	28.2	53	良	1.9	0	0.38	23.8	0	33.3	21.6%
4/14	綿糸11匁4本附	28	49	不良	3.33	0.66	0	0	6.25	0	19.4%
4/2	綿糸9匁5本附	23.3	96	良	6	2.9	0.59	28.6	12.2	11.1	18.9%

5 番 ブラン

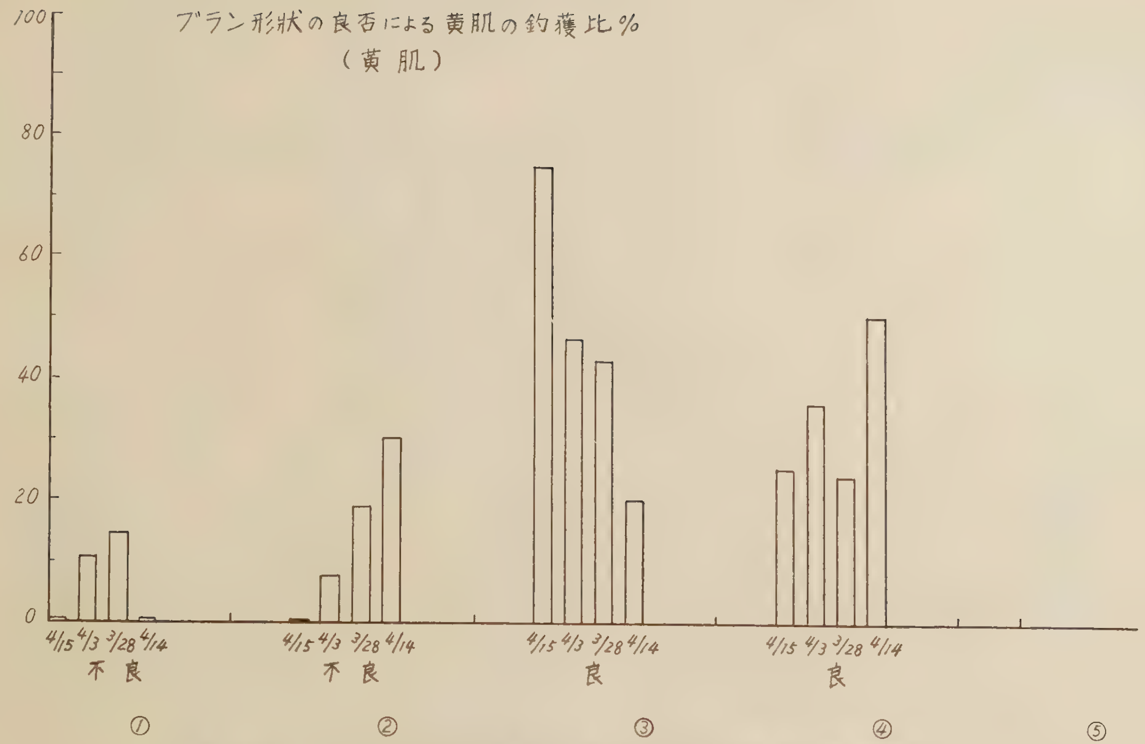
月日	繩の種類	水温	釣ノ深サ	ブラン形状ノ良否	釣獲尾数(100 鉢) キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% キハダ	ビンテウ	他ノマグロ	% 計
4/15	綿糸11匁4本附	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4/3	綿糸11匁4本附	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3/28	綿糸11匁4本附	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4/14	綿糸11匁4本附	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		°C	m		尾	尾	尾				
4/2	綿糸9匁5本附	23	69	良	6	5.3	2.36	28.6	22	44.4	27%



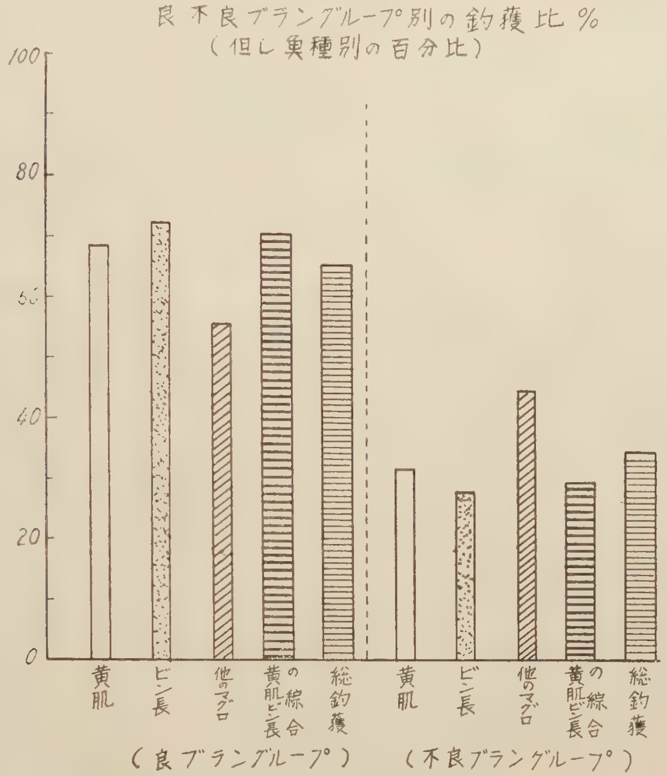
第 41 図 ブラン別の形状良否による黄肌、ビンテウ、他の鮪類の釣獲比%



第 42 図　ブラン別の形状の良否によるビンテウの釣獲比%



第 43 図　ブラン別の形状の良否による黄肌の釣獲比%

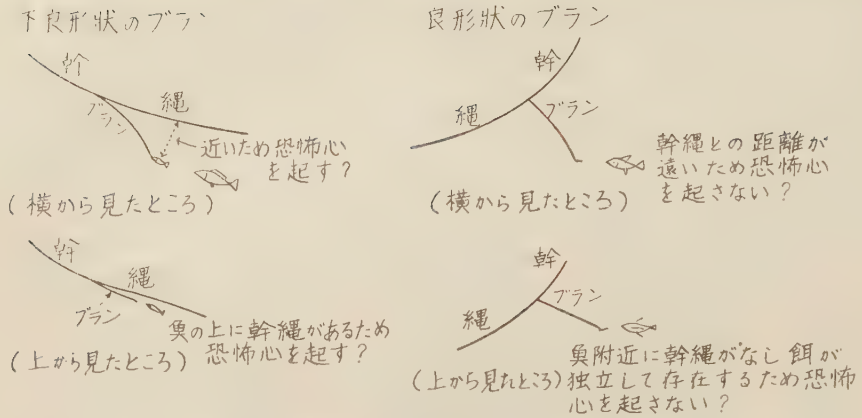


第 44 図　形状の良否別ブラングループの釣獲比％

第 35 表、第 41～44 図に示す様にブラン形状がその釣獲に相当の影響を与えている事が判然としている。表及び図に掲げたのはその数例であるが今実験中殆んどこの傾向が顕著に認められた。即ち潮によつて幹縄が潮下に吹かれた場合潮上のブランは同じく幹縄に接近して吹かれる。潮下の幹縄は潮で吹かれつつ浮縄へと大きく屈曲しているが、ブランは潮の儘に吹かれ幹縄から離れ解放された形状となる。一応潮上側の幹縄に沿つて吹かれているブランを形状不良ブランとし、潮下の解放されたブランを形状良好ブランとすると上図に示した様に不良ブランの釣獲能率は甚だ香しくない。

即ち第 44 図に示した様に黄肌、ビン長共に良ブラン（潮下ブラン）は両者の釣獲の比率が約 70% となり、不良ブラン（潮上側ブラン）は約 30% となつている。但し他の鮪類（黒皮、白皮かじき、羽生かじき）等はこの影響が減少し 55 %、と 45% になつている。この理由としては魚が潮流に逆行して游泳して来る場合縄及びブランの潮による吹かれから見て是等吹かれの方向から餌に向う事が考えられる。その場合潮上側のブランは幹縄に接近して然も上下に重復している場合が多い（縄の曲線を参照）。是は一応摂餌する魚に対して恐怖心を起させる事が考えられる。

又潮下側ブランの餌はあたかも海中に独泳している様な状態となるので摂餌の際何等魚は恐怖心を起させる事なく行われるから以上の様な結果が生ずると推察される。特に潮上側の幹縄は全く潮流向に同調している場合が多い。この事から潮上側の幹縄の吹かれが潮なりにならず出来る丈潮の内側にあり、逆にブランは潮に容易に吹かれる様な抵抗の多いものを使用すれば幹縄とブランとを若干でも離す結果となり釣獲に好果を与へるのではなかろうか。次に同じ潮下側の解放されたブランでも浮縄に近いものは同じ良ブランでも若干釣獲が低下しているのが見られる。是も若干この種恐怖心が影響しているのではないかと考えられる。即ち



第 45 図　形状良、不良ブランの魚と幹縄との関係

4 本附の場合 3 番ブランは餌の前方（魚から見て）には何等此の種恐怖心を起す縄がないのに対し 4 番は餌の前方に 3 番と 4 番ブラン間の幹縄がある。是が若干支障となつているのではなかろうか。次に是等幹縄の障碍があるのに対し黒皮、白皮、及び他のかじき類は釣獲の差異が余り認められないのは黄肌、ビン長は忠実に潮に逆つて游ぐのに対し若干自由な方向に游ぐ習性を持つているのか、又は黄肌、ビン長等より鈍感で恐怖の度合が少いかとも考えられる。一応推測の域を出ないが後に示した釣獲時の記録に明らかな様にビン長は釣獲後幹縄のある反対方向即ち深みの方向へ泳いでいる事が示されている。永年の経験者によると黄肌も同様深みへ潜ると謂われる。揚縄時に是等 2 魚種は尾部に釣元ワイヤーを巻いている事が多々ある事からも伺える。然るにかじき類（黒皮、白皮、かま、めか、羽生かじき等）及び鮫類は記録に示した様に釣られた儘急速に水面に向つている。この事は前者は釣獲後幹縄に向う事を恐れ幹縄の反方向即ち深い方へと逃げ、後者は是等に対して平然と水面即ち幹縄方向へと泳ぐのではないだろうか、以上の事から可及的に鈎部と幹縄とは離す方法を構ずる事が望ましいと思われる。

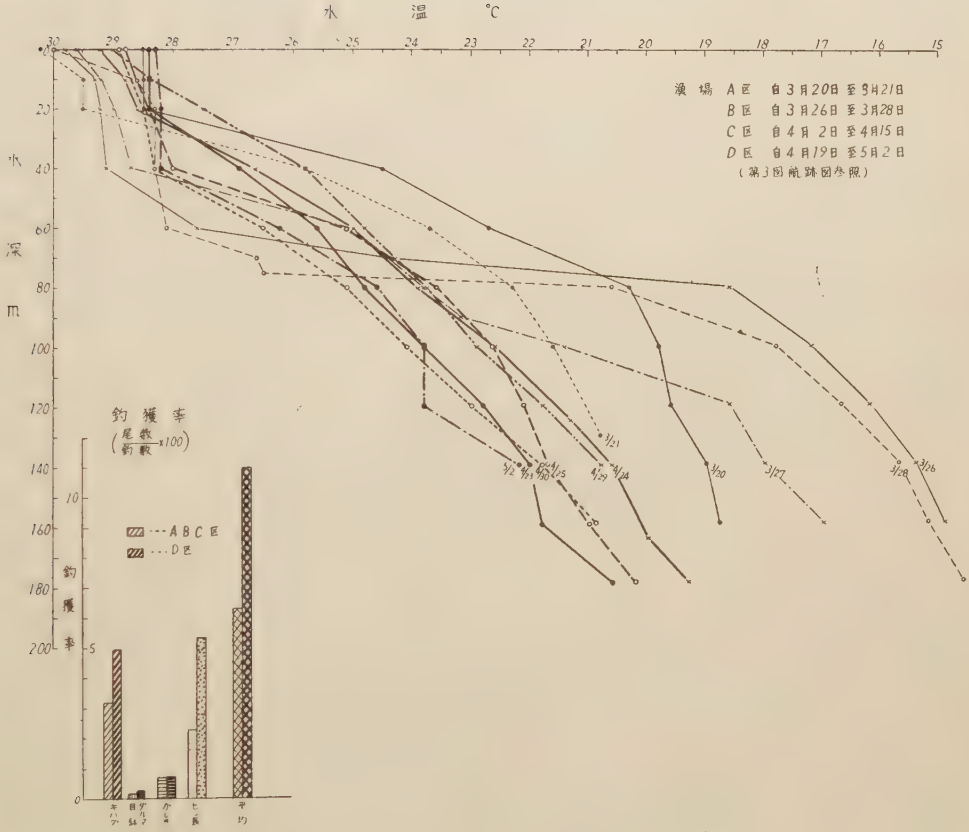
(3)　水温、ブラン形状と釣獲との関係

(a)　水温と釣獲との関係

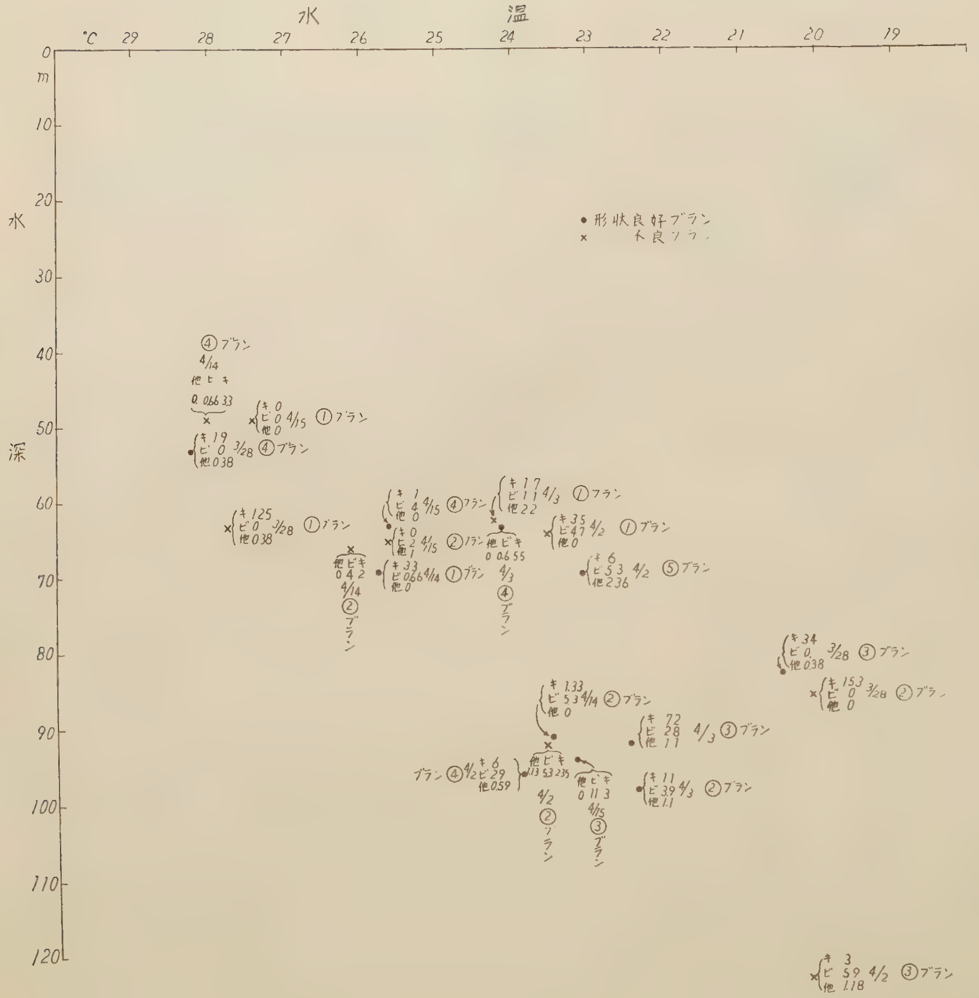
前項に述べた様にブラン形状の良否は明らかに釣獲性能に大きな影響を及ぼしているが、又この釣獲性能の良否は各鈎の存在する部位の水温が又強い影響を及ぼしている。

第 46 図に示したのが水温と釣獲率との関係である。

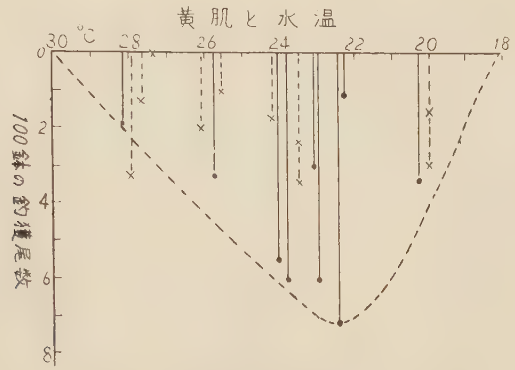
第 46 図の実線は第 21 黒潮丸の操業時の水温で（その海域は第 3 図に示す）点線は第 25 黒潮丸及び 4 月 19 日以後の第 21 黒潮丸の漁場のものである。両者を比較すると明らかにその相違が認められる。即ち前者は水温の飛躍が大で水深 60 m 前後で異常に低温となつている。後者は割合に温度の変化が緩慢である。二者の釣獲率の比を示したのが同図中のグラフである。平均して前者の釣獲率（尾数×100/鈎数）が 6.3 対11 即ち約 1 対 2 の比となつている。勿論この場合は各ブランの綜合釣獲率である。現在殆んど海表面に依存しているが表面水温と深みの水温とは殆んど無関係の様である。例えば 3 月 26 日の表面水温は 29.8°C であるのに対し水深 80 m では 18.6°C に低下している。一方 5 月 2 日の表面水温は 28.3°C で前者に比べ 1.5°C 低いのに水深 80 m では 24.6°C で逆に 6° C 高くなつている。海表面水温を知る事によつて海中任意の深さの水温が推定出来る根拠がない限り殆んど海表面水温だけの計測による操業漁場の撰択は甚だ非科学的と謂わねばならない。又海表面水温は特にスコールの影響を最も受け易いので猶更である。各鈎は浅いものでも 40 m 以深にある事は前述の通りである。是等の事から今後少くとも水面が水深 150 m 又は 200 m 迄の水温を計測し漁場撰定の重要な参考とすべきではなかろうか。次に鈎の深さ別の水温と釣獲状況を追究して見る。



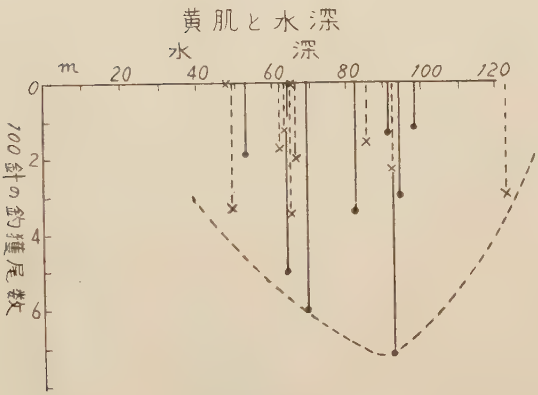
第46図 水深水温と釣獲率



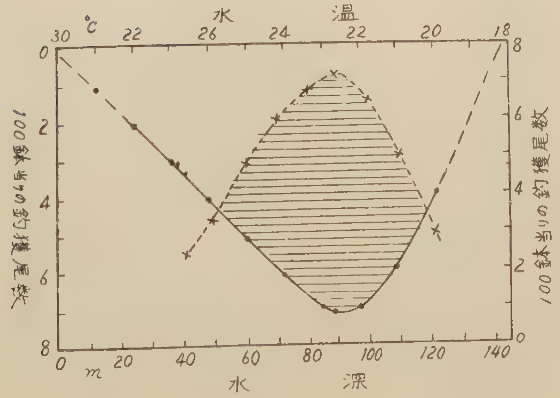
第 47 図　今次実験時の水温変化急激な漁場（A、B、C区）での水温水深釣獲の関係



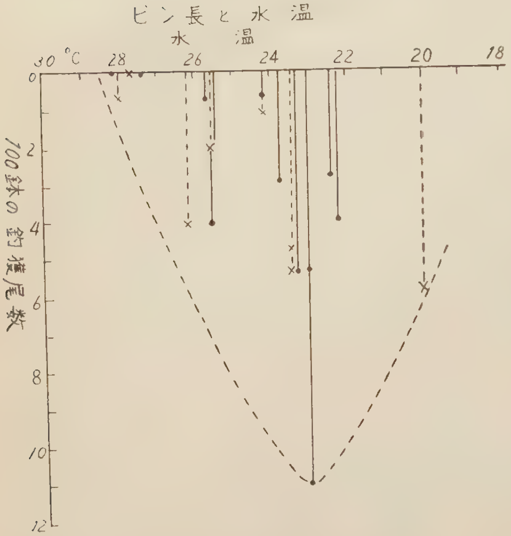
第 48 図 黄肌の釣獲量と水温との関係



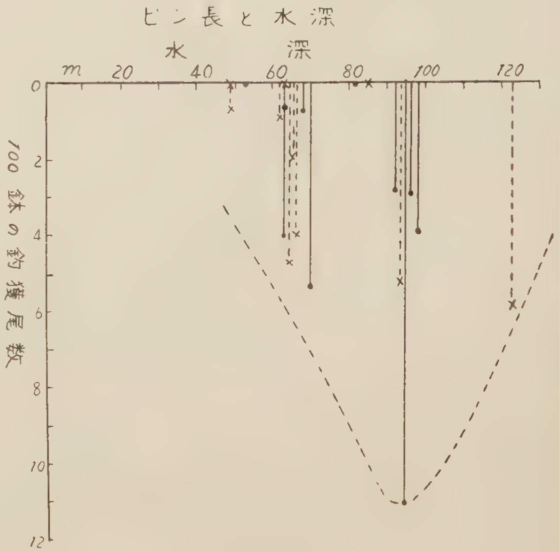
第 49 図 黄肌の釣獲量と水深との関係



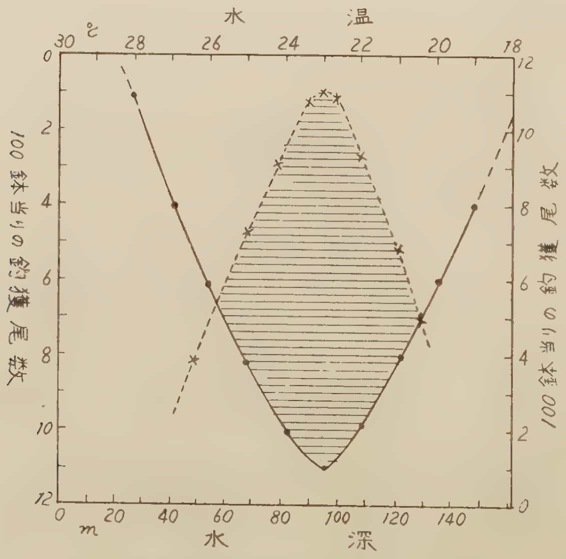
第 50 図 黄肌の釣獲の最良条件（但し今次の漁具に於て）



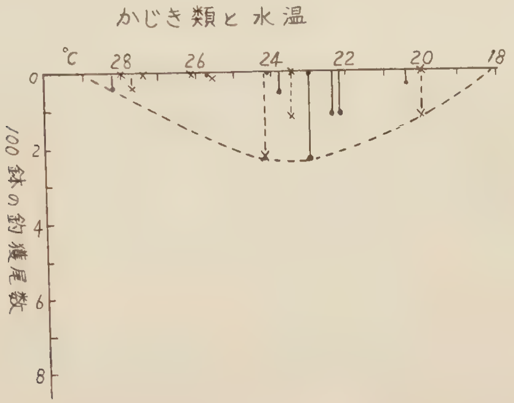
第 51 図　ビン長の釣獲量と水温との関係



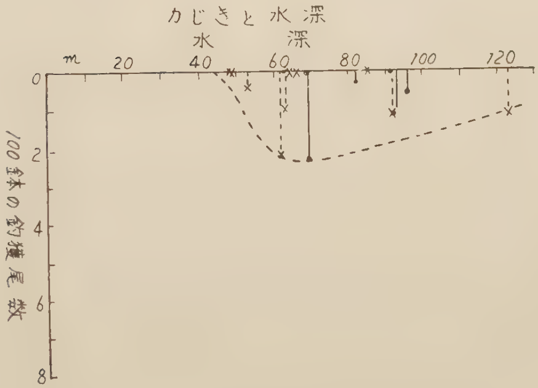
第 52 図　ビン長の釣獲量と水深との関係



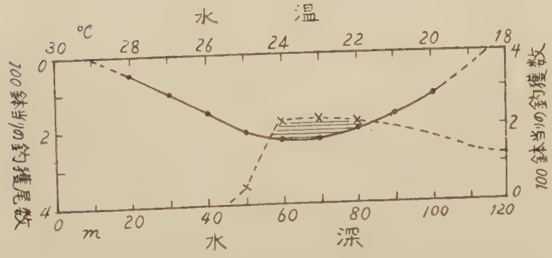
第 53 図　ビン長釣獲の最良条件（但し今次の漁具に於て）



第 54 図　かじき類の釣獲量と水温との関係



第 55 図　かじき類の釣獲量と水深との関係



第 56 図　かじき類釣獲の最良条件（但し今次の漁具に於て）

今次使用した漁具に就いて謂へば各魚種の水温と水深との釣獲量に及ぼす関係は第48～56図に示す様になつている。即ち黄肌は水温22～23°C が最も良く釣獲されて居り上は推定30°C 下は18°C 又は19°C となり、ビン長で最高釣獲時の水温が同じく23°C 前後で上が稍々黄肌より低目の28°C 又は29°C、下が黄肌より稍々低目の17°～16°C（曲線から推定した水温）となつている。かじき類は大体29°C～18°C で最高の釣獲量は23°C～24°C の場合の様である。一方水深の方は黄肌、ビン長共に90 m 附近が最も多く釣れている。この事は縄の水中での形状で割合浮子に近いブランは形状不良になる機会が多く、深い即ち中央のブランは平均して形状良好になる機会が多い。

従つて必しも90 m と云う水深と密接な影響があるとは云い難いと思われる。

第50、53、56図は水温と水深と釣獲との関係を示したものがある。

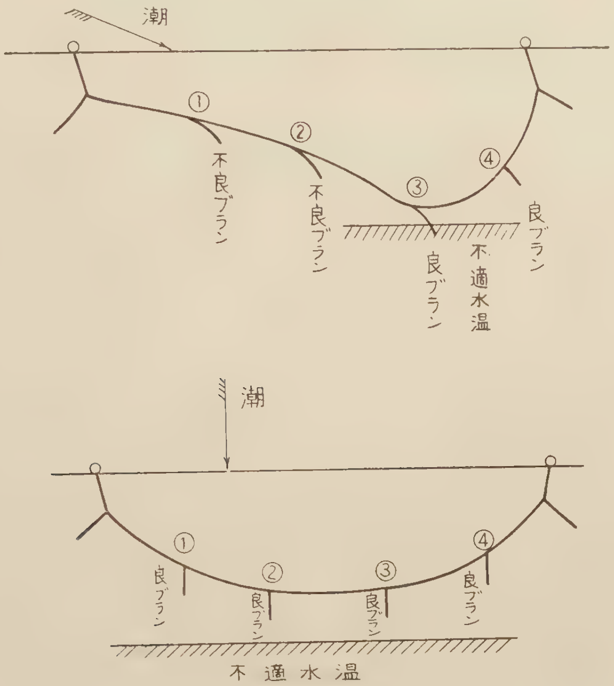
(b) 水温、ブラン形状と釣獲との関係

総ての魚族にそれぞれの適水温がある様に鮪類（黄肌、ビン長、かじき類等）にもそれぞれ水の適水温があると思われる。従つて不適水温帯に鈎（餌）があつても目的の魚族が居ないであろうから釣獲する訳にはゆかない。又如何に適水温帯に鈎（餌）があり例へ其処に目的魚族が居たとしても鈎（餌）及びブランと幹縄との関係が前述の様に釣獲に不適な形状であれば同様に釣獲の目的を達する事は不可能である。結局釣獲に適したブラン形状で然もその先端の鈎が目的魚の存在を可能にする水温帯にある事が釣獲を良好ならしめる不可欠な条件となる。先ず各水深の水温を計測し、釣獲目的魚の適水温が漁具の鈎が達し得る水深に存在する場所を撰定する事が先決問題となる。

如何に適水温でも今次実験に使用した漁具（現行の漁具）の鈎が達し得ない30 m 以浅及び120 m 以深にあつたのでは是は問題外である。次にその適水温帯に如何に各鈎を良好な形態で存在させるかが重要な漁法となる。例へば今次の綿糸11 匁4本附の場合は大体潮流向、風速向の縄線との交角及び浮子間隔で異つて来るが大体浅い鈎で（1番又は4番ブラン）50 m～60 m にあり深い鈎（2番又は3番ブラン）で80 m～90 m にあつた。然し幸い適水温と云つても前項に述べた様に割合帯が広い様であるからその水温帯に大体の鈎を存在させる事は必しも困難ではない様である。縄の材料別の潮、風の影響による吹かれ、傾斜を考えて浮子間隔を決定し操業すれば良い、又ブラン形状を可及的に総べて良好ならしめるには潮流向と縄線との交角を出来る丈直角に近づけるのが良いと考える。但し魚群と鈎との会合を少しでも多くするには縄線と潮線とが斜めに交わる方が良いであろうから両者を併せ考えて投縄線を決定すべきであろう。然し是も潮流速並びに風向風速によつて適宜に変更し互に両条件を満足する交角とすべきである。従つて今後は縄成りが従来謂われた懸垂曲線をとるのでなく殆んど潮、風によつて複雑な曲線となる事を充分考慮して投縄せねばならないと考える。例えば従来この潮、風による縄成りを無視して投縄した場合折角の鈎が吹かれのため始めから不良ブランとなり何本かは釣獲の機会が殆んど無い状態に最初から置かれ、残つた良好なブランの鈎もその附近の水温が不適であるとすれば折角の何百鉢かの投縄も殆んど釣獲の機会が無い無駄な1日となる事もあると考える。

第57図（左）の様に1、2ブランは形状不良で釣獲不適、3、4ブランは良ブランで一応釣獲に適するが3、ブランの鈎が存在する附近の水温が目的魚に不適とすれば釣獲は勿論不能で残るのは4ブラン1本となる。是では4本の中最初から釣獲の可能性があるのは全体の25% にしか過ぎない事となる。処が同じ場所でも右図に示す様に投縄方位を変え潮を横に受けたとすると勿論吹かれは大となり不適水温部には一番深くなるであろう。2、3ブランの鈎も届かず全部適水温中に鈎が存在し又各ブラン形状も良好となり一応4本ブラン共釣獲の可能性が100% に向上する。

次に釣鈎が銹びると釣獲性能が落ると云われているがこの理由は銹びるためには或る程度使用した後の事であり、そのために必然的に釣元ワイヤーにも再々強い張力がかかり釣穴を通してあるワイヤーの壺が伸びて痩せ併せて鈎の穴部の発銹が鈎の動きの自由性を失わせる結果となり餌の海中での姿勢が不自然な状態になる可能性が増加するためではなかろうか。是を防止するためには釣元ワイヤーの壺が痩せない様コースを



各ブラン共形状良好

第 57 図

入れるとか鉤の穴を大きくするとかの対策をとる事が望ましいと考えられる。次にこの姿勢の点から見て幹縄は前述、後述の意味合から潮に吹かれない事が望ましいので、ブランを幹縄から可及的に離す事と、餌の姿勢を良くする両方の意味からワイヤー部分を出来る丈短くし、又出来ればセキヤマを普通の縄材料に替え鉤元ワイヤーだけを残し枝縄とセキヤマに替え縄を経の割合太い比重の軽い縄材料とし可及的に潮に吹かれる様にしたら如何かと考える。

(4) 波（高、向、周期と幹縄の上下動及び釣獲との関係）

縄は浮子によつて海面に保持されているのであるから当然波によつて上下される。北洋鮭鱒網に就ても筆者が実験して、波と浮子の関係のヨーヨー現象（漁研技報 8 号参照）を発表したと同様延縄に於いても当然この漁具の動態を追及せねばならない。延縄は一種の釣漁具であるからには餌が或る程度の動きを示す事は必要な事と考えられる。一体波（高、向、周期）と漁具の動きはどの程度のものかを今回の少い資料から抜き出して調べて見ると次表の様になつている。

第 36 表に示す様に浮子に近いブラン附根が良く動いて居り、その中でも縄成りが複雑に彎曲していない場合の方がよく波に追従している様である。例えば綿糸 9 匁の 5 番ブラン附附根又テビロン 9 匁の 1 番ブラン附根の如きはそれであろう。潮上側のブラン附根は潮上側ブラン附根よりこの種の動きが平均して若干多い。是は潮下側は吹かれて彎曲度合が大であるので浮子の上下動が途中で吸収され易い為と考えられる。又大体この場合波高 0.5 m の約半分の上下動が浮子のブラン附根に伝わり中央部のブラン附根は僅かに 1/5 の上下動しか示していない。勿論この浮子の上下動の伝わり方は縄成りの状態によつて当然異つて来る。又左右の浮子の上下時期が必しも同時でなくそれぞれ位相が異つて変つて来るが同調する場合と相殺する場合が生ずる事が考えられる。これらは数値的には今回摑めなかつたが特に波高が大なる場合はこの作用がある

第 36 表 同時比較計測時の各種縄の動態

縄の種類 ＼ 項目	ブラン番号 1	2	3	4	5
綿糸 11 匁 5 本	0.25m	0.13～0.1m	—	0.27m	—
〃 9 匁 4 本	0.27	—	0.13～0.1m	—	0.3m
クレモナ鉛芯入りタール染め 5 本	0.26	—	〃	—	0.27
クレモナ芯入りタール染め 5 本	0.27	—	〃	—	〃
クレモナ芯入り樹脂加工 5 本	0.27	—	〃	—	〃
テビロン 5 本	0.3	—	〃	—	〃

註 波高 0.5 m 同期 6 sec 縄線との交角 56°

と考えられる。第 37 表は他の波の高い場合と殆んど波がない時との比較である。但し以上使用した縄の材料では波による漁具の上下動で各ブラン附根の深さが次第に変化する事は認められなかつた。然し人工的に浮子を数回上下動させた場合各ブラン附根の深さの変化具合を実験して見た処第 39 表に示す様に比重の小さいものは次第にこの上下動を重ねるにつれ水深が浅くなつて来た。特にクレモナの芯無し縄に於いてはこの現象が甚しかつたが他の縄にはこの現象は特に認められなかつた。但しクレモナ鉛芯入りタール染め 5 本附（比重 1.74 程度）は 8 m の上下動を 6 秒程度の短い周期で実験して見ると第 33 表の様になつた。上記

第 37 表

月日 ＼ 項目	縄の種類	ブラン番号 1	2	3	4	5	波高
4月 3日	綿糸 9 匁 5 本	上下動なし					海と平穏
〃 14日	綿糸 11 匁 4 本	〃					
〃 8日	クレモナ芯入り樹脂加工 4 本	—	0.5～0.6 m	0.4～0.5 m	—	—	2.0～1.5 m
〃 13日	テビロン 9 匁 5 本	—	0.3	0.1	—	—	〃

第 38 表 クレモナ鉛芯入りタール染め縄の人工上下動の幹縄に与へる影響
（3 番ブラン）

動作 ＼ 項目	深さの変化	変化量
第 1 回の上げ	92m ～ 85m	7m 浅くなつた
〃 下げ	85m ～ 88m	3m 回復
第 2 回の上げ	88m ～ 83.5m	4.5m 浅くなつた
〃 下げ	83.5m ～ 86.3m	2.8m 回復

の様に短い周期で大きく浮子を上下して見ても割合によく回復している。但しクレモナ芯無しタール染め（5本附比重1.2程度）を遅い周期20秒で4～5mの上下動を5回浮子を通じて与えて見た処第39表に示す様な結果が出た。

第39表 10月23日に実施した綿9匁5本附とクレモナ芯ナシタール染め（5本附）の人工上下動の影響

縄の種類＼ブラン番号	1 ブラン	2 ブラン	3 ブラン
綿糸9匁（5本附）	変化ナシ	変化ナシ	変化ナシ
クレモナ芯ナシタール染め		約11m浅くなつた	変化ナシ

註 第39, 40図参照

綿糸9匁の場合は殆んど各ブラン共上下動が伝わつていない。クレモナの場合番1、2ブランに変化があつたが3番ブランには変化がなかつた。是は前掲の縄成りによるもので相当横に吹かれていたため3番ブランには上下動が伝わらないのであろう。1ブランより2ブランの方が浅くなつた量が多くなつているのは幹縄の彎曲から考えても1番より2番の方が横に傾斜しているので抵抗のため下降時の恢復が遅れるのであろう。2番ブランの如きは5回の上下動で計11mも元の水深より浅くなつている。是を筆者は波動による積浅現象と名付けた。即ち上に引き揚げられても比重が小さいのと水の抵抗のため単位時間内に上昇量だけ沈降出来ず若干浅目に残る。この事が積み重なり次第次第に浅くなつた分だけ潮のため横に吹かれてゆくのであろう。従つてこの種の軽い材料の縄を使用すると波があつた場合無限にこの現象が繰り返されて次第次第に浅くそして横に吹かれてゆく事となるので最も延縄として警戒を要する点と思われる。

(5) 釣獲時間と釣獲後の動き

鮪類は延縄を投下して鈎が沈降の途中と揚縄の途中即ち鈎が下降している時の両者の場合が主たる釣獲時期であつて、縄が安定した後は殆んど釣獲されないとも良く聞くが今回記録にとれたビン長、かじき、鮫で明らかな様に縄を投下して1時間24分30秒後即ち4月14日の12時35.5分に2番ブランにビン長が懸り、その時の鈎の深さは94mで水温は22.8°Cであつた。その直後急激に約20秒を要して76mから83m（幹縄のブラン附根）鈎部は94mから104mに潜つて下降している。この間約2回潜るのを止めたか又水平方向に泳いだ事を示している。その後6分間、104mの処で静止し12時42.3分に再び緩慢に深みに潜つている。この2回目の運動は2.7分間で110mに潜りその後約2分間で111mとなつている。その後は全く静止して水深の変化は認められない。一応この時期がビン長の死亡時期と思われる。即ち釣獲後9.5分目即ち12時45分に死亡し、魚体の自重のため鈎の深さは変つていないが13時15分迄の30分間に106m（幹縄ブラン附根で85m）迄浅くなつている。是は魚の運動で深くなつた縄が次第に魚体の自重に打ち勝つて恢復した過程と思われる。その後鮫が釣獲死亡したビン長を喰つたのが13時15.3分で再び急激に（約40秒間で）121m（幹縄ブラン附根で100m）に潜つているこの時の運動は直下左右と螺旋的な潜り方の様に記録されている。その後約1分間全く120mの水深に在り再び急激に水面に向つて上昇している。この時は魚体は全く水面にある。即ちブラン附根の幹縄が21.4mの水深に記録されている。この21.4mは丁度技縄長と一致する。その後1分間この深さが続いているのは鮫が割合静かに水面にあつたと解される。その後6m深くなり再び水面に向い上昇し幹縄ブラン附根の深さが4m～6mになつている。これは水面を横に游泳しブランが斜めとなり幹縄ブラン附根を更に浅くしたものと思われる。

この運動を13時24.7分迄約3.5分間続けた後釣元ワイヤーが切断されたと思われる。この附近にはビン長のみ懸つていたので一応ビン長と推定した。ビン長が釣獲された直前の縄成りを示したが第58図であり、釣獲時の記録が第59図である。

4月14日綿糸11匁4本附　浮子間隔 185m(実線)

2番ブランにビン長が釣獲される

直前の縄成り

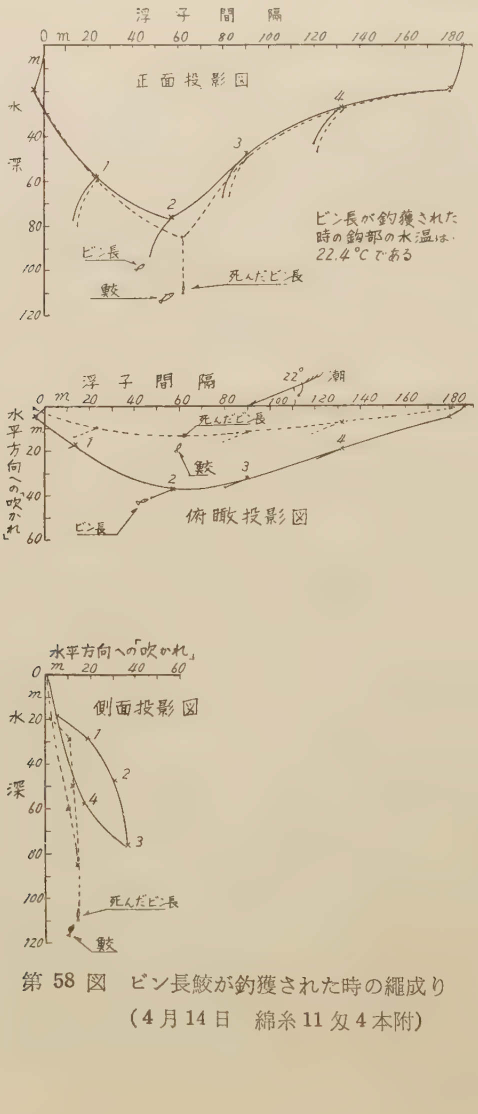
	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	19	58	76	47	28	19	0
偏在量	0	−5	14	57	90	132	130	185
浮子線断面カラノ吹カレ	0	5	17	37	31	19	5	0

4月14日綿糸11匁4本附　浮子間隔 185m(点線)

2番ブランに懸つたビン長が死亡し

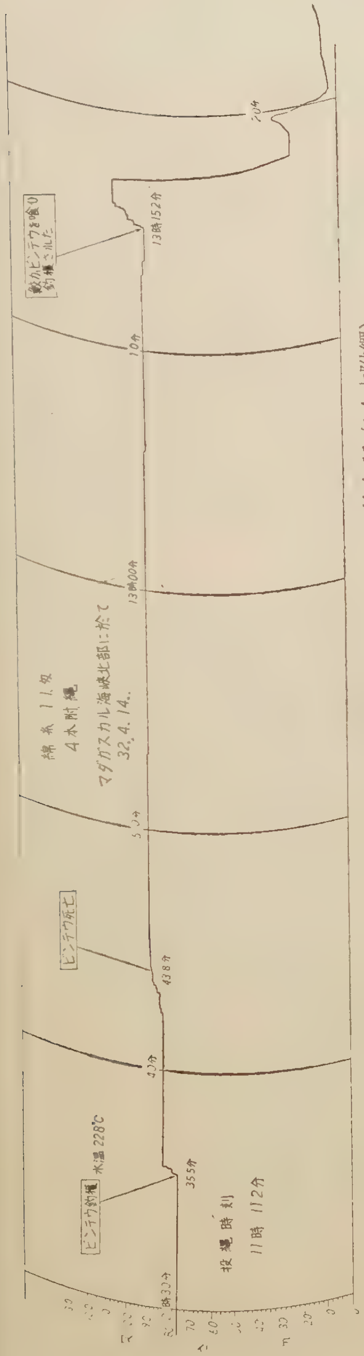
それを鮫が喰う直前に縄成り

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m
深サ	0	20	60	85	49.5	29	20	0
偏在量	0	−5	23	62	90	132	180	185
浮子線断面カラノ吹カレ	0	2	10	14	12	11	2	0

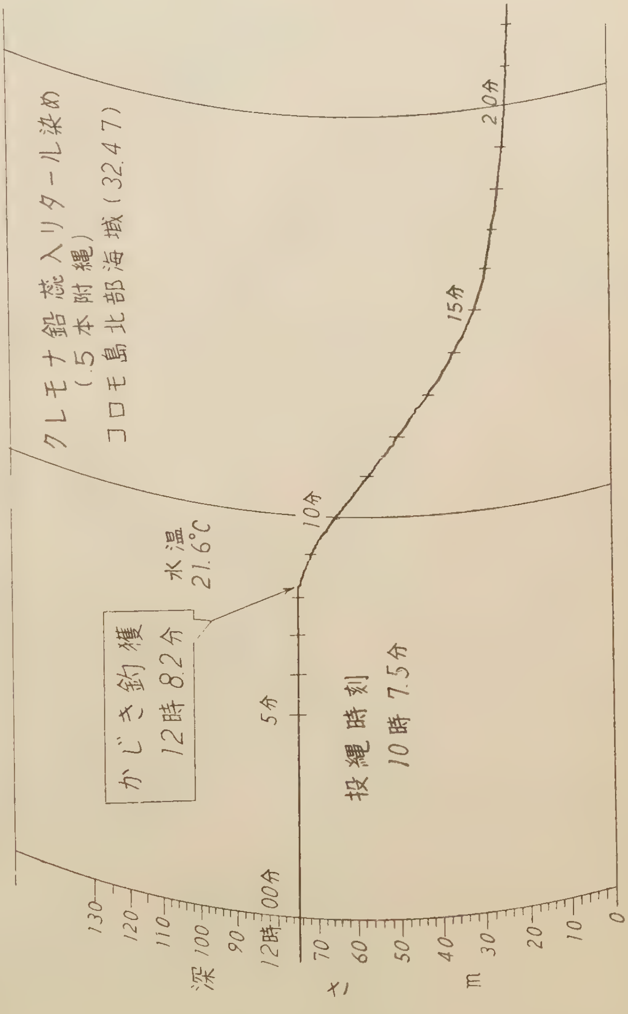


第58図　ビン長鮫が釣獲された時の縄成り

(4月14日　綿糸11匁4本附)



第 59 図　ビン長、鮫の釣獲時の記録（4月14日　綿糸11匁4本附縄）



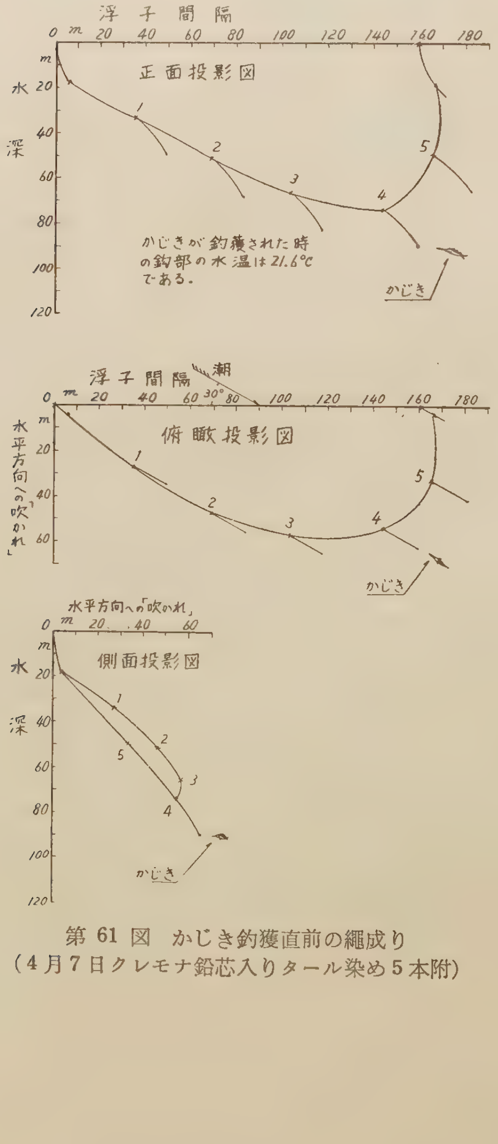
第 60 図　かじき釣獲時の記録（4月7日クレモナ鉛芯入りタール染め5本附）

次に4月7日クレモナ鉛芯入りタール染め5本附の縄の4番ブランにかじきが懸つた。この鉢の投縄終了時間は同日の午前10時8分で、釣獲されたのは12時8.2分であり、縄は全く安定して相当の時間が経過した後であるのは前述のビン長の場合と同じである。釣獲された水深は鈎の部位で90 m ありその部の水温は21.6°C であつた。

釣獲直後に水面に向つて縄を引つ張りつつ上昇している。12 時 21.5 分に幹縄の4番ブラン附根の水深24 m になつた時に前と同様釣元ワイヤーが切断し縄から離脱した。

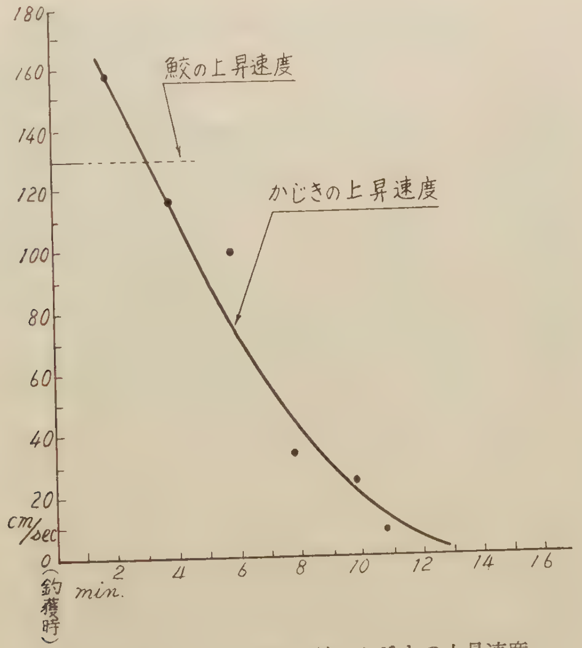
4月7日クレモナ鉛芯入りタール染め5本附　浮子間隔 160 m
がじきが4番ブランに釣獲される直前の縄成り

	浮子	浮縄末端	1ブラン	2ブラン	3ブラン	4ブラン	5ブラン	浮縄末端	浮子
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
深　　サ	0	18	34	50.3	66	74	50	18	0
偏　在　量	0	6	35	69	103	144	165	166	160
浮子線断面カラノ吹カレ	0	4	27	47	57	54	33	4	0



第 61 図　かじき釣獲直前の縄成り
(4月7日クレモナ鉛芯入りタール染め5本附)

2例の釣獲記録共最も良好なブランに喰つている事は前述の一証拠ともなる。次に釣獲後の運動を見るとビン長は深みに潜り、鮫、かじき類は水面に向つている。一応上昇すると幹縄の方に向う事になる。是は前述の様に黄肌、ビン長共特にブラン形状の良否によつて釣獲率に大差がある。即ち幹縄に接近している不良ブランには懸る率が非常に低い。幹縄に対する恐怖心が影響していると推察されるゆえんである。かじき、鮫類は割合この差が少い。即ち幹縄に対する恐怖心が前者程無いのではなかろうか、従つて釣獲後の運動もこの性質が良く現われている。魚体の割合小さい魚（ビン長は 5 ～ 6 貫程度黄肌 10 貫程度であつた）が魚体の大きい魚（かじき 20～40 貫）に比べ縄の張力に抗して深みに潜るのはその体力から考えて正に逆の様に思われる。然し幹縄に対する恐怖心即ち恐怖心の原因である幹縄からの離脱から考えればうなずける事である。勿論少い資料では推定の域を出ないが、黄肌、ビン長を対称とする場合は特にブラン形状が良好になる様に投縄する事が最も肝要と思われる。又ビン長の釣獲後の生命は割合短いであろう事は今迄釣獲された魚体から見て想像されていたが今回のもその事を立証する一資料となるであろう。僅か 20 秒程度の急激な運動で相当弱り、9.5 分間程度で死亡している。又鮫の上昇運動状況とかじきのそれとは又相当異り、前者は相当な速度で然も衰えずに垂直近くに上昇しその速度は 1.3 m/sec（幹縄 4 ブラン附根の深さが 100 m から 21.4 m になるのに 60 秒を要している）で初めから終り迄（121.4 m から 0 m 迄）変つていない。一方かじきの運動は前者に比べ割合緩慢で時間経過と共に次第に遅くなつている。一応釣獲ブランの隣りのブランの動きから見て途中では水平方向には泳がず殆んど直線で上昇している。然しこの上昇傾角は不明であるが垂直方向への上昇距離に換算してその速度を示したのが第 62 図である。



第 62 図　釣獲後の鮫、かじきの上昇速度

鮫、かじき類を釣獲した縄は非常にもつれる場合が多い。是は上昇途中でもつれる場合は少く、水面近くに上つた後その附近での左右上下の複雑な運動を続ける事によつて起る場合が多いであろう事が記録から判断される。

(6) 合成繊維と綿糸延縄の差異

(a) 縄成りの差

合成繊維製縄と綿糸製縄との縄成りは前述の通りであるが。その差が生ずる原因に就て検討しその対策を立てる事が合成繊維製縄を綿糸製縄及びそれ以上の性能のものにする事でもあると考える。縄成りの良否即ち計画的の操業が出来るためには（可及的に縄成りを良好にし然も各種材料別の縄成りの特性を認識する）

（イ） 比重、　（ロ） 流体抵抗、　（ハ） 柔軟性

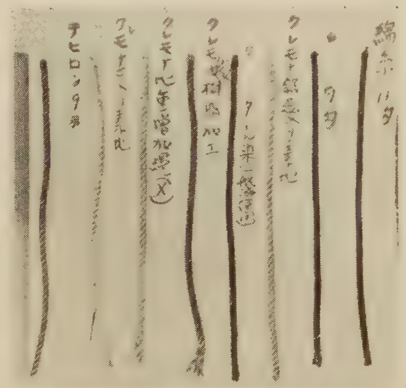
の三要素がその根本となつている事は前述の通りである。

(イ) 比重に関して

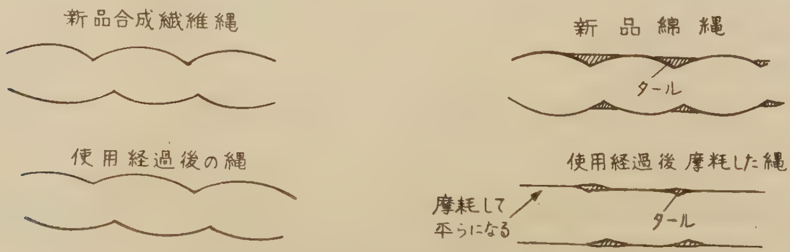
比重が大きい程投縄後短時間で安定水深に達し早く安定形状になる。この事は即ち外力(潮)の影響を受ける事が少くて第1次安定形状をとる迄の時間が少い事である。その順位は前述の通りクレモナ鉛芯入りタール染（5本)、クレモナ芯入り樹脂加工（5本)、綿糸9匁のタール染（5本)、綿糸 11 匁（4本)、クレモナ芯入りターン染（5本)、テビロン9匁（5本）となつている。但し比重はクレモナ鉛芯入りタール染が最大でテビロン9匁は最少であり綿糸 11 匁、9匁クレモナ芯入り樹脂加工、クレモナ芯入りタール染は大体近似的なものである。今回の実験により縄の比重はクレモナ鉛芯入りタール染の比重 1.75 程度迄はあつた方が良いと思われる。これ以上の比重は今後の実験研究により最大最良の点を求める必要があろう。

(ロ) 表面抵抗に関して

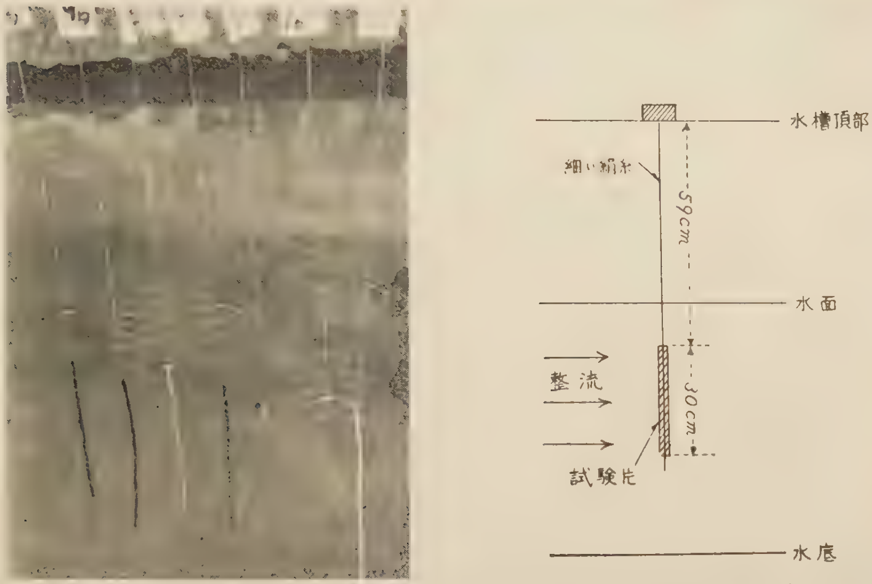
比重と同様重要な要素が縄の表面形状の良否である。流体的に抵抗の大きいものは縄として甚しく良くない。即ちテビロン9匁の様に比重は小さいがこの表面形状が他より良好なため比重の小さい欠点を補つて綜合結果として必しも甚しくは悪くない。又クレモナ芯入り樹脂加工とタール染とでは比重は大体近似であるがタール染の方が若干優れているのは表面形状の良好に起因すると考えられる。是はタール染する事により表面の凹凸を埋めるためと考えられる。綿縄は合成繊維縄に比べて摩耗が大であるため合繊より凹凸が少い上に凸が消耗し，凹部がタールで埋められるので益々流体抵抗は少くなつて縄成りにも良い影響を及ぼすが、合成繊維縄（タール染めしない樹脂加工したもの）はこの摩耗が少く凹部をその儘残し凸部も減らないので使用時間の経過と共には流体抵抗も小さくならない。この両者の差は使用時間経過と共に大となるであろう。



第 63 図　縄の表面形状

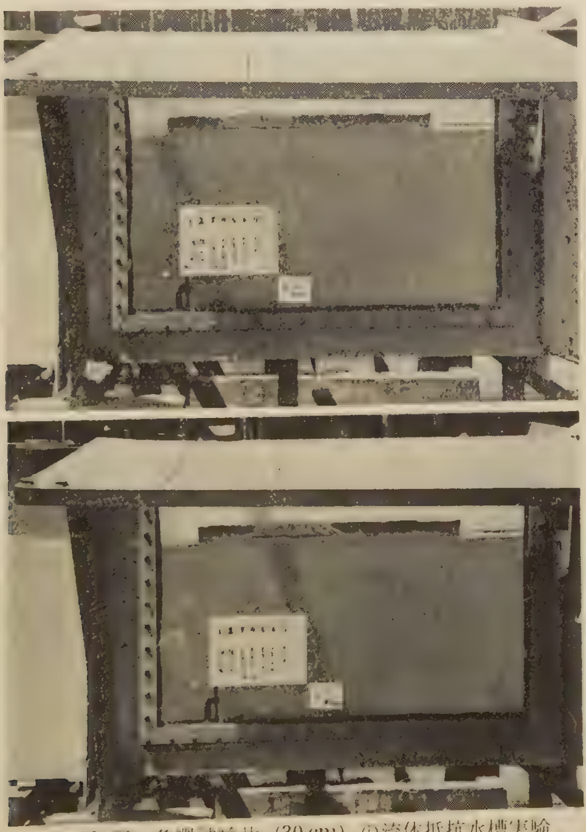


第 64 図　綿製縄タール染と合成繊維製縄（非タール染）の横縦断面図



(a)（上から見た処）　　(b)（横から見た処）

第65図　縄の流体抵抗比較実験の要領



第66図　各縄試験片（30 cm）の流体抵抗水槽実験

使用した各種繩材料に就て試験片 30 cm を用いて当室の回流水槽で第 65 図の要領で抵抗の比較実験を行つて見た。第 66 図はその一部の実験写真である。

この水槽実験は第 65, 66 図に示す様に繩の硬さの影響は入らず全く試験片の比重と流体抵抗のみ影響する様にした。

第 40 表 各繩の比重その他（水槽実験時）

繩の種類 ＼ 測定値	空中重量	水中重量	比重
	gr	gr	
クレモナ鉛芯入り素地	9.56	4.09	1.75
クレモナ鉛芯入りタール染め（1航海使用ノモノ）	8.89	2.63	1.42
綿糸 11 匁タール染め（1航海使用ノモノ）	9.04	2.59	1.40
〃 〃 9 匁タール染め（1航海使用ノモノ）	8.29	2.33	1.39
クレモナ比重増加繩	8.31	1.84	1.34
クレモナ芯入り樹脂加工	7.87	1.8	1.33
テビロン 9 匁	7.83	1.58	1.28

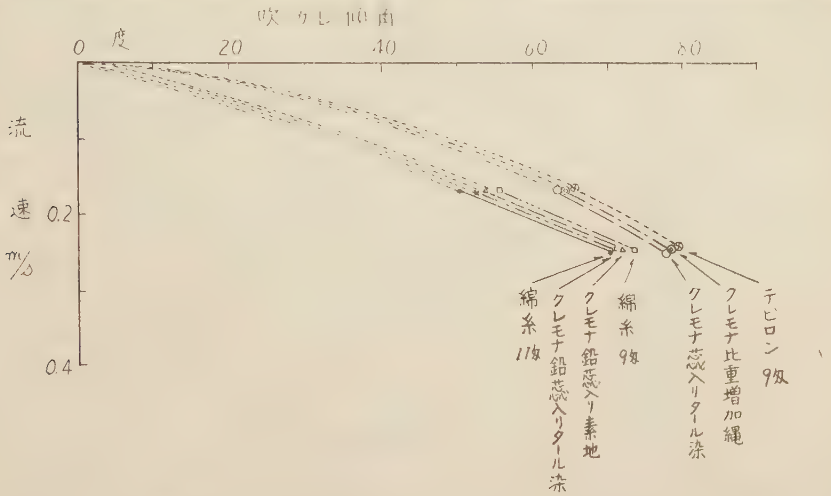
註 各繩は長さ 30 cm のもので水中浸漬 10 分間のものである。

第 41 表 水 槽 試 験 値

繩の種類 ＼ 傾斜角度 ＼ 流速	0.17 m/s	0.25 m/s	比重ノ大ナル順位
	角度	角度	
綿糸 11 匁タール染め	50	70	3
クレモナ鉛芯入りタール染め	52	71	2
クレモナ鉛芯入り素地	53	72	1
綿糸 9 匁タール染め	55	73	4
クレモナ芯入り樹脂加工	63	77.5	6
クレモナ比重増加繩	64	78	5
テビロン 9 匁	65	78.5	7

第 40 表に示す様にクレモナ鉛芯入り素地（未使用）とクレモナ鉛芯入りタール染め（1 航海使用後）とは比重で約 0.33 減少している。この原因は今後充分研究を要する点であるが 30 cm 長間の上撚り数は同一であつた処から見ると使用のための伸びによるものとも考えられない。中に入つている鉛芯が 2 mm 程度の細片に寸断されていた点から見て、鉛が張力により伸びて単位長間の鉛重量が減少していたのではなかろうか、但し前項迄のクレモナ鉛芯入りタール繩は新品時に計測したので一応クレモナ鉛芯入り素地（比重 1.746）と見て差支えないものとして取扱つた。

此の水槽実験では総べてに同一流速を当ててあるのでその傾角に差が生ずる原因は比重と繩の表面形状による抵抗の差にあると考えられる。大体比重の大きい方が傾角が少なくなつているが、比重の点だけから見ると綿糸 11 匁タール染め、クレモナ鉛芯入りタール染め、クレモナ鉛芯入り素地の順位が逆になつている。

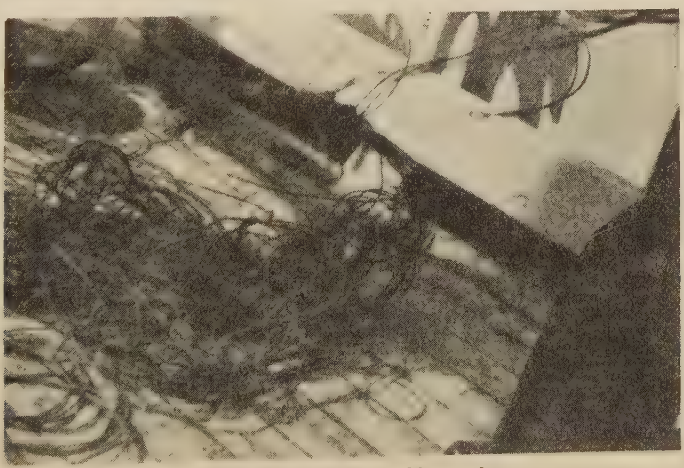


第 67 図　各 種 縄 の 吹 か れ 傾 角

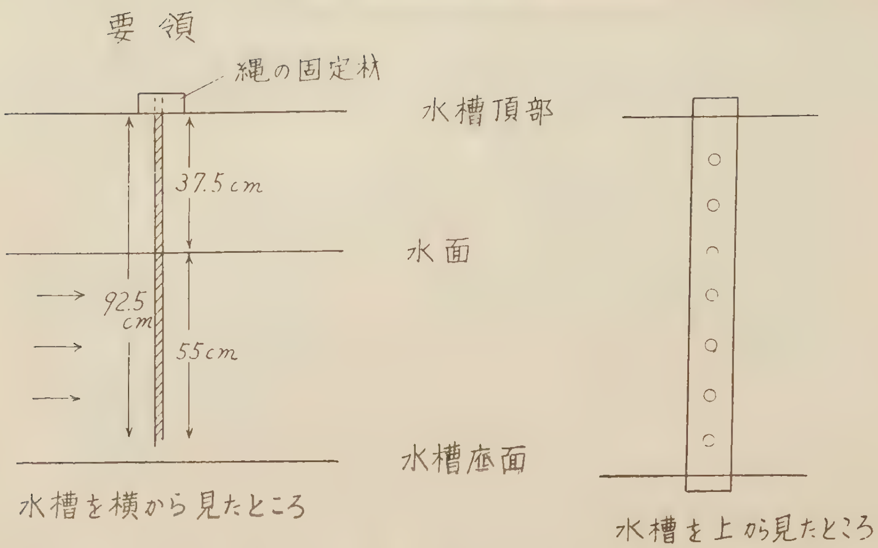
又クレモナ芯入りタール染めとクレモナ比重増加縄とが逆になつている。是は表面形状による抵抗が違つている事を示すものと思われる。即ちクレモナ素地は相当表面が粗であり、綿糸11匁タール染めは1航使用後のため猶更表面の凹凸が減り表面抵抗が少なくなつているからと考えられる。同じくクレモナ芯入り樹脂加工とクレモナ比重増加縄も同じ理由によるものであろう。比重の点から見るとクレモナ鉛芯入り素地と綿糸11匁とでは相当吹かれに差が生じなければならぬのが逆に綿糸の方が3度も少なくなつているのは流体抵抗が縄の吹かれに相当重大な影響を及ぼしている事を示すもので忘れてはならない重大な要素と考えられる。

(ハ) 柔軟性に関して

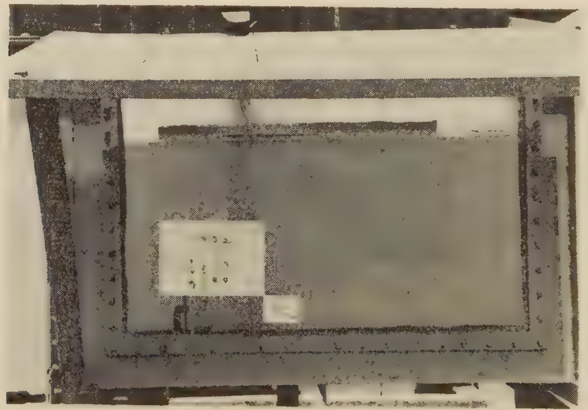
水中での縄成りの柔軟性も縄成りに相当の影響があると考えれる。即ち過度の柔軟性は潮による吹かれに追縦する度合が大となり潮による吹かれに反撥する適度の硬さが必要と考えられる。この点合繊は若干水中で柔軟性が増加する傾向があり、特にテビロンに於ては相当顕著にこの傾向がある様である。所謂「腰が強い、弱い」と云われている点で綿より劣つている。この事は又撚りのムラと共に縄の「もつれ」を助長する。タール染めをすると相当「もつれ」が減少するが是は前述の様にこの柔軟性が減るためと思われる。第68図はクレモナ縄のもつれの写真である。



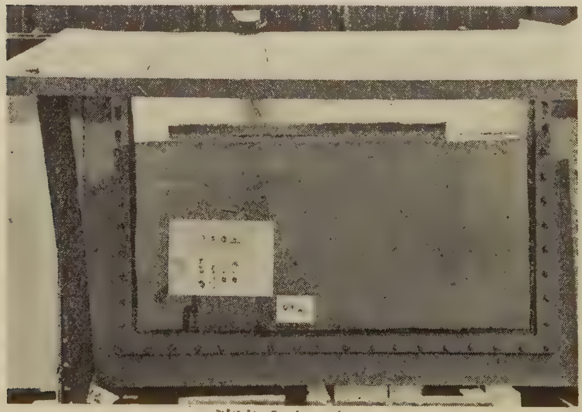
第 68 図　縄 の 「も つ れ」



第 69 図　各縄の流体中の性能試験



流速 0.17 m/sec



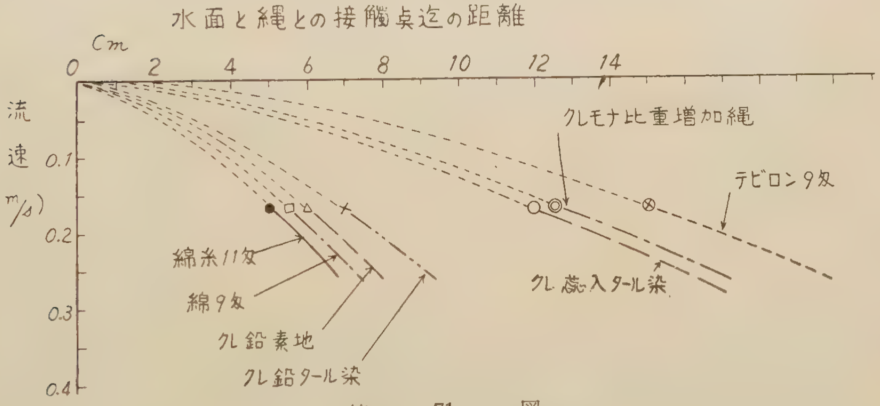
流速 0.4 m/sec

第 70 図　各縄の流体抵抗、腰の強さ等の綜合比較水槽実験

第 69 図に示す様に長さ 92.5 cm+5 cm のものを角材（厚さ 4 cm のもの）に穴をうがつ予裕がない様に各縄を直角にはめて垂下し水中に 55 cm つかる様にして各縄を併列に並べ、同一流水を当てて形状の変化を調べた。この際縄と水面との接触点を角材の直下水面から計測した処第 43 表の様になつた。是は所謂縄の柔軟性と水中での流体抵抗と比重の組合わさつた綜合結果が現われている筈である。

第 42 表　各縄の綜合性能試験値

縄の種類	流速 0.17 m/s の場合の水面接触点の距離
綿糸 11 匁タール染め	5 cm
〃 9 匁 〃	5.5
クレモナ鉛芯入り素地	6
クレモナ鉛芯入りタール染め	7
クレモナ芯入り樹脂加工	12
クレモナ芯入り素地	12.5
テビロン 9 匁	15



第　71　図

この実験順位は第 42 表に示した様に流体抵抗の順とは異つている。是は前述の様に腰の強さと比重と流体抵抗の三者が綜合されて現われているからである。例えばクレモナ鉛芯入り素地は芯に鉛線が入つているので空中では最も腰が強いが水中での流体抵抗が綿糸より大なるためそれ程腰が強く現われていない。

この実験では、綜合的な縄の腰の強さは綿糸縄より合成繊維縄が可なり劣つている事を示している。この実験時には空中の縄は全く乾燥状態であつたので未だ綿糸縄との差がこの位であるが充分水中でぬらしてから実施したら更に差が大になつたであろうと考えられる。

(b) 操作に関して

(イ) 綿糸製縄

過去相当長年月使用されて来ているが、腐敗防止上総べてタール染めが行われている。このため特に新染めの際は投縄時に往々にして縄さばきが不良となりタールで縄が密着しコイルされた儘投下される事がある。然し或る程度縄の腰を強くする点では優れている様に思われる。ラインホーラーで捲き揚げ台上にコイルす

る場合殆んど満足にコイル出来る。

(ロ) 合成繊維製縄

タール染めしないものは投縄時に縄さばきが良好で綿製縄タール染めの様な欠点がない。然し前述の様に柔軟性が割合大きいのでラインホーラーで台上にコイルする場合綿縄の時と同じ金玉（ラインホーラーの下車）と台との距離では縄は満足にコイルされず左右へと勝手にのたうつ。是は柔軟性が大なるためであり、綿縄でこの距離が 0.5 m で充分満足にコイル出来るのに合繊縄では 0.35 m 程度に近づけないとコイル出来ない。従つて合繊の方がコイル直径が小さくなる。合繊には合繊に適した距離がある。又所謂もつれが甚しく綿糸製縄より多い事は撚りの甘さ、ムラ及び柔軟性の過大にあると考えられる。これをタール染めして使用した処もつれが相当減少した。是はタール染めにより撚りが固着され撚りムラがカバーされ又柔軟さが少くなつた点によると考えられる。

(C) 釣獲に関して

一航海使用したクレモナ芯入り樹脂加工縄をタール染めしたものを総鉢数 284 鉢の中 114 鉢使用した場合の釣獲性能は今次航海に於ては次の第 43, 44 表に示す様な釣獲率を示した。

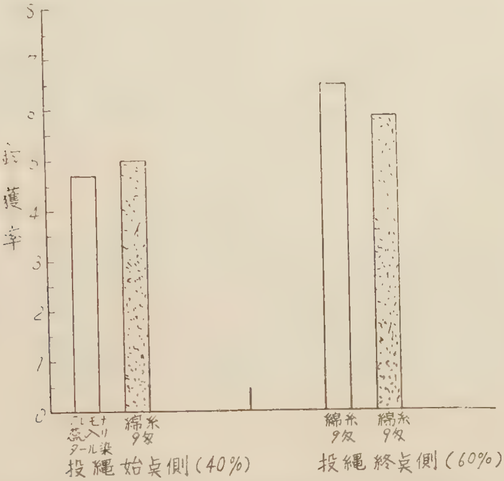
第 43 表 クレモナ芯入り樹脂加工を 1 航海後タール染めしたものと綿糸 9 匁縄との釣獲率（鉢数は 114 鉢と 170 鉢）

縄の種類 / 日時	クレモナ芯入り樹脂加工縄を 1 航海後タール染めしたもの（5 本附）（始点側）	綿糸 9 匁縄 （5 本附）
4 月 8 日	4.6	7.8
〃 9 日	7.4	4.9
〃 11 日	4.9	9.5
〃 12 日	2.8	7.8
〃 13 日	4.2	4.0
〃 14 日	5.4	7.3
〃 15 日	3.4	4.5
平均	4.7	6.5

第 44 表 綿 9, 11 匁縄の投縄始点、終点側別の釣獲率（鉢数は 40% と 60% の割合）

項目 / 日時	投縄始点側の釣獲率（総鉢数の 40%）	投縄終点側の釣獲率（総鉢数の 60%）
3 月 26 日	4.5	7.4
〃 27 日	4.4	4.0
〃 28 日	6.6	4.7
4 月 3 日	3.9	4.0
〃 4 日	5.0	8.0
〃 7 日	5.6	7.2
平均	5.0	5.9

第 43，44 表に示した様に今次実験時投縄始点側が必ずしも昼間揚げる終点側より釣獲率は良くない様な漁場であつた。



第 72 図　　クレモナ芯入り樹脂加工縄を 1 航海後タール染めした場合の綿糸縄との釣獲率の比較

即ち綿縄で終点側の総投縄鉢数の 60% に相当する縄の釣獲率は 5.9 で、始点側の 40% に相当する縄が 5.0 であつた。即ちこの漁場では逆に 0.9 だけ投縄終点側（揚縄始め側）の方が釣獲率が良くなつている。それがクレモナ縄と綿糸縄とでは前者が 4.7 で後者が 6.5 でその差は 1.8 となつて居り両者を考え合せると約クレモナの方が（1.8－0.9）＝0.9 だけ綿縄より釣獲率が悪いと云う事になる。この差は樹脂工加縄より遙かに小さくなつて居り又この数字でクレモナタール染め縄が常に綿縄より劣ると云う事も云えない。どちらも成績相伯仲と云う処であろう。

(7)　タール染めに就ての得失点

従来綿製縄を使用していた関係上防腐の意味と磨耗を可及的に防ぐ意味からタール染めを行つて来ている。以上は綿縄を使用するからには不可欠の手続きであつたと考えられる。然しこの外にタール染めに就ては次の利点が挙げられると思う。即ち前述した様にタール染めする事により縄表面の凹凸部を平滑面に近づける事で流体抵抗が少くなり潮により吹かれる現象が減少し縄成りを良好にする。又柔軟性が適度となり所謂腰が強くなり縄成りを良好にし、撚りのムラを固着して縄のもつれを少くすると云う間接的な重要利点となつている。然し一方作業員の操作に甚しく不潔で汚れる欠点を持つている事は衆知の通りである。一方折角腐らない耐磨耗性の強い合成繊維にタール染めをする事は甚しく矛盾をしていると云わねばならない。然し現在の合繊縄に於ては前述した様に縄の表面形状の凹凸が大であるため流体抵抗が大となり海中での柔軟性が良すぎて縄成りが綿糸より若干劣つている。是を一度タール染めすると綿縄と殆んど性能に於て変らない域迄達している。是はタール染めする事により表面形状の不良を良好にし、海中での腰を適度に強くすると云う利点に他ならないと考える。又撚りが或る程度固着されるので撚りムラの欠点がカバーされる。

(8)　合成繊縄の改良点

折角清潔に使用出来る合繊縄をタール染めして性能を向上させる事は全く馬鹿げた事である。タール染めしたと同じ性能を縄の構成法等によつて一日も早く実現する事が最も望ましい事である。そのためには次の点に就て鋭意研究改善すべきであると考える。

(a) 流体抵抗を可及的に少くする様な表面形状とする。出来れば凹凸がない円形のものが良いが、この理想に最も近づく様な縄の構成法を研究する。例えば組紐式とするとか、撚数を多くするとか種々合繊に適した方法で改善してゆくべきである。このために縄の耐久力を弱める様では勿論不可である。

(b) 海中に於て柔軟性が大きくならない様なものとする。所謂腰が弱い強いの問題は単に操作の難易だけでなく縄成りに相当な影響を及ぼすものである事に留意しなければならない。

(c) 撚りの問題は時間経過と共に不変のものが出来れば一番良いが、若し変化が止むを得ないならば何回目の操業時に最も良い腰の強さとするかの目安の置き処を縄製作時に充分留意して決定すべきであろう。

(9) 操業上に留意すべき諸項

(a) 漁場撰定は表面水温だけでなく水深 200 m 程度迄の水温を必ず測定して行う事

従来狭義の漁場撰定には表面水温、水色、明暗、潮の速さ、浮游物の多少、海底地形の良否等々がその参考資料となつていると思われるが、この他に鈎がある海中の水温は絶対に欠く事が出来ない要素である事は前に精しく述べた通りである。勿論表面水温も水塊の動き等には大きな資料と思われるが、スコールの影響を受け易いので 0.2°C を論ずる程神経を集中するには余りにも海表面の変化条件が不明に失する。その海面のスコールの有無と降雨時間等が計測時に判明して居れば基本の水温に換算する事も可能であろうが是は実際知り得ない場合の方が多いと考えられる。

(b) 投縄線の決定法

投縄線の決定には勿論多くの基礎理由があると思われるが、大体に於て風がある場合は主として揚縄時に左舷 15° 程度に受ける様に投縄している様であり、風がない場合には只感に依つて(魚群の動きを推定して)決定している様である。この事も勿論無視出来ない要素ではあるが投下したブランが死んでは(ブラン形状の不良)意味をなさない。従つて先ずブラン形状を各鉢各鈎に就て良好になる様に潮流速、向、風速、向を考慮して投縄すべきであると考える。勿論総投縄長(300 鉢として約 480 km)に亘つて潮流速、流向又は水温が同じとは云えないが、大体総鉢数の 1/3、若しくは 1/2 に分けてブラン形状が良好になる様な然も鈎が適水温帯に存在する様な投縄線を決定すべきであると考える。

(c) 投縄時の縄の張り加減に就て

投縄所要時間を短縮する事は作業員の休養の意味から云つて大事な事であろう。その為には投縄時の船速を速くする事になる。然し投縄作業の速度から考えて自ら船速には限界がある。この限界以内に就て船速は速い方が良い。但し縄成りには浮子間隔が鈎の深さの決定に重要な基準となるから(潮の状況により時間経過と共に浮子間隔が大になるか小になるかは大体察知出来るから、投縄時の浮子間隔はその点を考慮して決定すべきであろう)作業員の投縄能力により船速は浮子間隔の変更毎に変えるべきであろう。又は作業員の能力に於て適当に船速に合せて浮子間隔を決められた距離に投下する様に作業せねばならぬ。次に決められた浮子間隔に投下するとしてもその間の縄の張り具合は縄の第一次安定形状に重大な影響を及ぼすものであるから無視出来ない条件となる。即ち適当な張り具合で決められた浮子間隔に縄を投下してゆく事が最も大切な事になる。従つて投縄作業員の投縄能力に応じた船速と云うものは自ら決つて来る訳である。縄の張り具合はどの程度が良いかと云う事が問題となるが、概して縄の第一次安定形状を良好にするためには浮子を含めた縄全体が潮流に完全に同調する様にせねばならない。従つて潮流速、向とそれの縄線との交角、風速風向と縄線との交角によつて浮子及びボンデンに与える外力が変つて来るので一概に云えないが、潮向と風向が逆で割合風力が大なる場合は出来るだけ縄の張りを緊張して左右の縄からの緊張が及ばない様に投縄すべきであろうし、風潮が同一方向から来ている様な場合は或る程度緊張させて投縄した方が良いであろう。然し一定時間内で一定距離間にこの様な操作をする場合は張り加減は一定となる筈である。それを緊張させて投縄するには一鉢間のどの部分を緊張させたら良いかと云う事になる。前半を緊張させれば後半は緩やかにせざるを得ない(浮子間隔が決められているから)。即ち縄の安定形状を早く得るためには潮下側の幹縄を緩やかに潮上側の幹縄を緊張させて投下すべきであろう。少しでも潮上側のブラン形状が不良形状になる迄

の時間を遅くするためには潮上側の幹縄を緩やかに潮下側を緊張させて投縄すべきである。この孰れを撰ぶかは投縄始点側と終点側とでは自ら異り潮の速さ及び縄線との交角によつて決定すべきであろう。

(d)　揚縄時のラインホーラーと台との距離

現在使用されている合繊は一体に腰が弱く柔軟性が大であるため綿糸縄と同じ金玉と台との距離 (0.5 m) では満足にコイルされないが距離を短縮して 0.35 m にするとコイル径は小さいが大体コイルされる。ラインホーラー台での作業に支障がある様な近距離では駄目であるが、縄の性質（柔軟性の大小）によつてこの距離は変更すべきである。勿論今後前述の様に合繊の柔軟性を適度に硬くすれば綿糸と変りない距離で満足にコイル出来ると思われるが、若し満足がゆかなければその縄に合つた距離に調節する事によつてこの問題は解決出来る筈である。

(e)　浮子とボンデンに就て

潮による縄の吹かれで述べた様に外力の中風、波はボンデンと浮子に直接受ける。従つて可及的にこれらから生ずる抵抗を少くする意味に於て硝子浮子にトワイン袋を被覆するのを止め裸球（例えばゴム球或いはビニール被覆鉄球等）を使用する事が望ましい。又ボンデンは風圧が出来るだけ少い様に使用本数を減少するか、旗を極めて小型とし竹竿も可及的に丈を低くするのが良いと思われる。

む　す　び

今次の実験は鮪延縄の根本的究明の端著を作つたに過ぎないので、将来研究を総ゆる分野から進め更に改善の資料としたいものである。現場諸賢に於て以上の基礎的結果を充分意識されて批判され各自の改善改良の出発点として頂ければ幸甚である。今次実験に際し多大な御協力を頂いた日魯漁業(株)久里浜支社並びに雨宮支社長、菅野次長、浜本課長、亀井、松谷社員、斎藤漁撈長、岡本船長、山内、除本艇長及び乗組員各位に対し誌上より深謝する。又各種試験漁具を提供された国産製麻(株)に対して感謝する次第である。

海水中における 1 Mc 超音波の伝播特性

橋本　富寿　　菊池　喜充　　間庭　愛信　　西 村　実

Propagation Characteristic of 1 Mc Ultrasonic Sound in Sea Water

Tomiju Hashimoto, Yoshimitsu Kikuchi, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura

ABSTRACT

We have reported, as the results of our study, on the propagation characteristics of ultrasound, from 100 kc to 400 kc.[1][2][3][4] We made experiment into the ultrasound of 1 Mc on an occasion of late.

This experiment was made (at the same time) together with the frequency of 28 kc, whose data had been collected for years, taking universality there of into consideration.

We have checked the 1 Mc fish-finder in comparison with the 50 kc fiish-finder, seaweeds, applying them to fish school, etc.

The results of the above experiment have been summarized as follows·

(1) The absorption constant in horizontal propagation is from 500 db/km to 560 db/km at the mouth of Tokyo Bay.

(2) The absorption constant in vertical propagation is 400 db/km there.

(3) The reflection loss on the sea bottom is 30 db in case of mud, and 15 db in case of coarse sand including pieces of shells.

(4) According to the result of the experiment on fish finding with 1 Mc comparing with 50 kc, it was remarkable that density of fish schools was found more clearly, and that absorption by bubbles in the wake was hardly found.

項　　　目

まえがき
1. 1 Mc 超音波の水平方向の伝播特性
   (1) 実験装置
   (2) 実験方法
   (3) 実験海面
   (4) 実験結果
2. 1 Mc 超音波の鉛直方向の伝播特性
   (1) 実験方法及び実験海面
   (2) 実験結果
3. 1 Mc 超音波の海底反射損失
4. 1 Mc 超音波による魚群探知実験
むすび

まえがき

周波数 100 kc から 400 kc 迄の超音波の海水中に於ける伝播特性について筆者らは之迄に研究結果を発

表した[1),2),3),4)]。今回は、400 kc 以上の超音波領域の 1 Mc について実験を行つたのでここに報告する。

本実験も前実験[1),2),3)] と同じく、データの普遍性を考慮して既に多年データの集積されている周波数 28 kc との同時実験を行つたものである。

次に 1 Mc を用いた魚群探知機を、魚群、海草等について、従来の 50 kc 魚群探知機と比較検討した結果についても報告してある。

1. 1 Mc 超音波の水平方向の伝播特性

(1) 実験装置

実験装置は文献 1) で述べたものと殆んど同じである。

第 1 図に実験装置を示す。28 kc, 1 Mc の両周波数の切換へは、送信器、受信器の S_1, S_2 なる転換器を切換えることによつて行つた。

送信器支持棒と受波器支持棒の夫々に 28 kc, 1 Mc の 2 種の送波器又は受波器を第 2 図に示す如く取付け、その深度を海面より 2 m に保持する如くした。

1 Mc の送受信装置及び送受波器を第 3 図(a)に示す。送受波器はチタン酸バリウム磁器の円形振動子で、その輻射面積は 12 cm^2 であり、第 3 図(b)に示す如くヒマシ油を入れた金属ケースに収め、ゴム板を通して送波或は受波をする。その指向特性の計算値を第 4 図に示す。

28 kc の送受波器は、ニツケル磁歪振動子で、100 kc 乃至 400 kc の伝播特性を測定したのと同一であつて、輻射面積は 11.2×5.6 cm^2 である。

(2) 実験方法

受信船を投錨碇泊し、送受信船をロープで繋ぎ、送信船を潮流で流して両船間の距離をかえて行く。希望の距離で送信船を固定して、28 kc、1 Mc の同時測定を迅速に行い、この測定を距離を変えて順次に行つた。また別に次の如き方法によつてもその実験を行つた。即ち 28 kc について送受信船間の距離を次第に延長し乍ら測定を行い、次に 1 Mc について同様に測定を行つた。

この様に同時測定を行つたから、測定海面の物理的条件は各周波数についてほぼ同一であるとみなして差支えない。

この測定海面の温度傾度の測定、プランクトンの採集及び海水の分析を行い、又魚群探知機を用いて超音波の水平伝播特性に影響を及ぼす魚群の存否を確め、又海底の深度、起伏の状態を調べた。

(3) 実験海面

実験海面は第 5 図に示す如くであり、各実験海域の海底起伏の状況は第 6 図(a)、(b)、(c)の如くである。No. 1 は 15 m、No. 2 は 12 m、No. 3 は 43 m の海底深度で、何れも海底は平坦な所である。

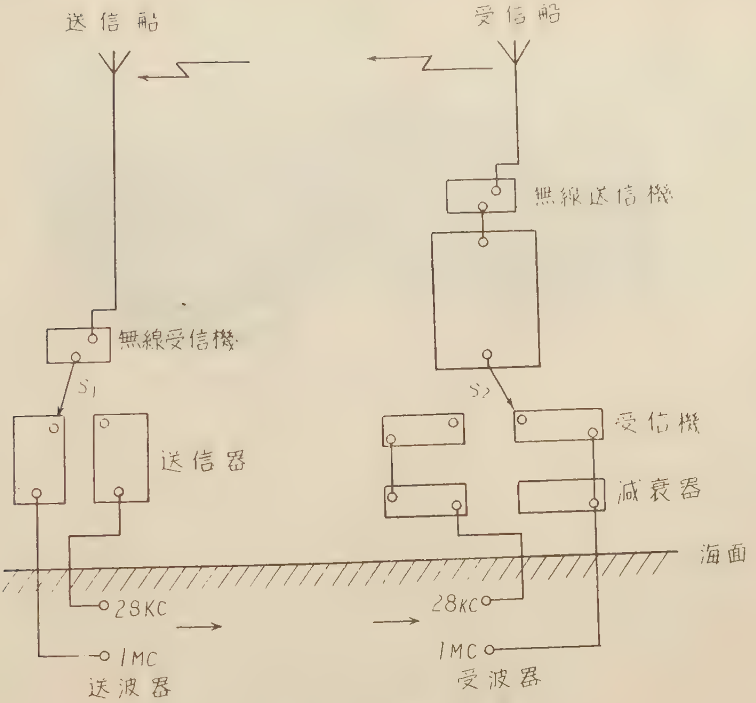
(4) 実験結果

深度約 15 m の実験海面 No. 1 に於いて、伝播距離に対する超音波の減衰曲線をマージンテスト[5)] で求めると第 7 図(a)の様になり、この減衰曲線から理論球面拡散曲線を差引いて伝播距離と吸収減衰量との関係を示すと第 7 図(b)の様になる。

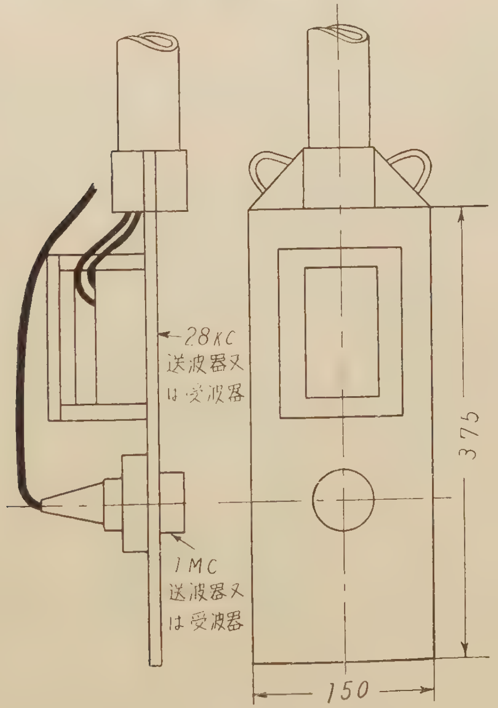
また深度 15 m の別の実験海面 No. 2* に於ける結果を第 8 図と第 9 図に、深度 40～50 m の実験海面 No. 3 に於いて測定を行つた結果を第 10 図に示す。

28 kc の減衰定数は既に報告した如く[1)] 16～20 db/km である。

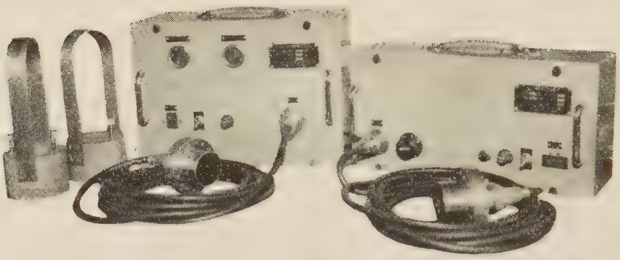
* 前報告[1)] の No. 1 海面と同じ。



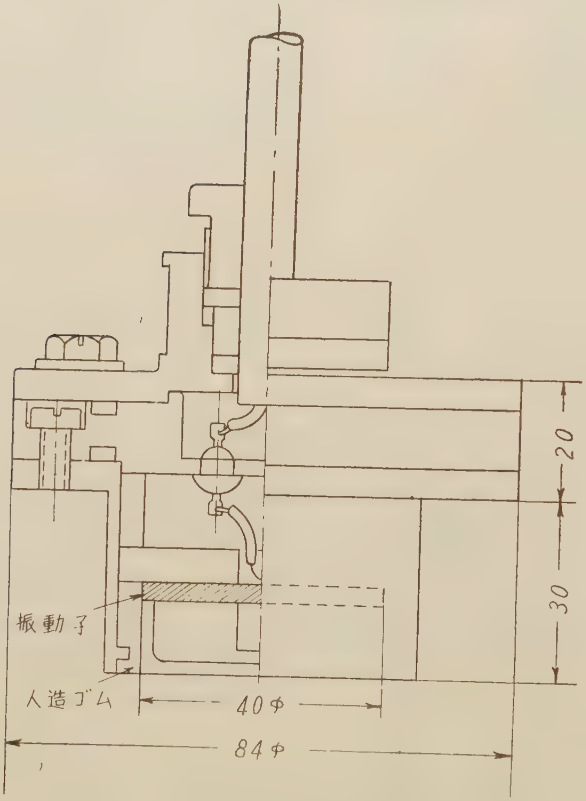
第 1 図　実験装置



第 2 図　送受波器の取付状況

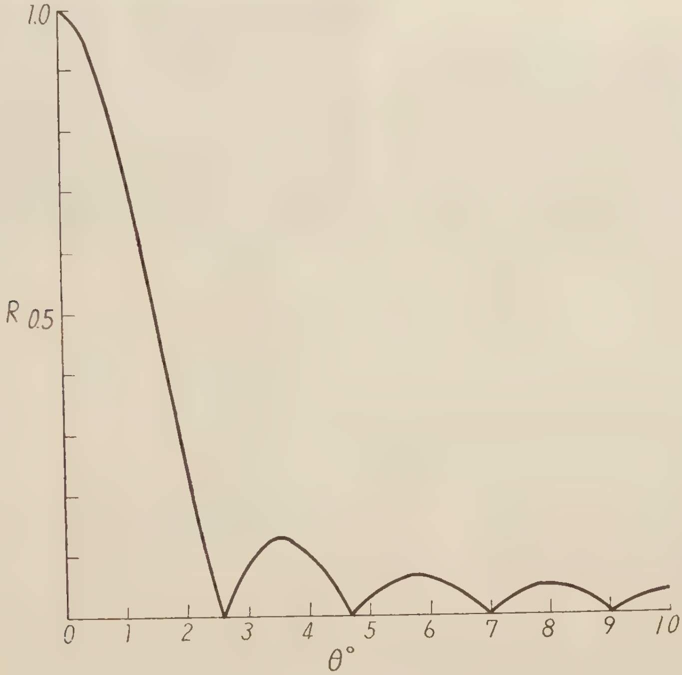


（a） 1 Mc の送受信装置及び送受波器



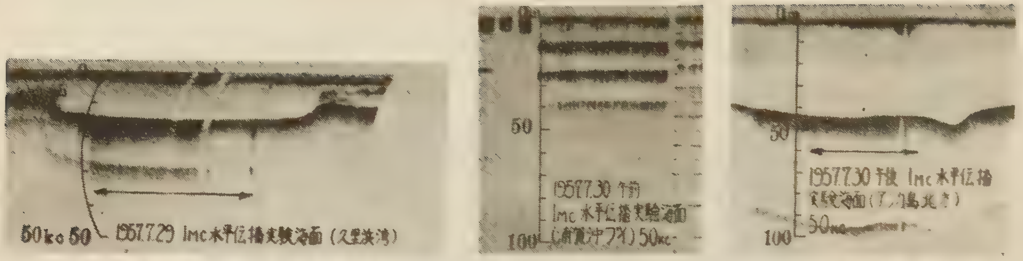
（b） 1 Mc の送受波器の構造

第 3 図　1 Mc の測定装置



第 4 図　1 Mc 送受波器の指向特性（計算値）

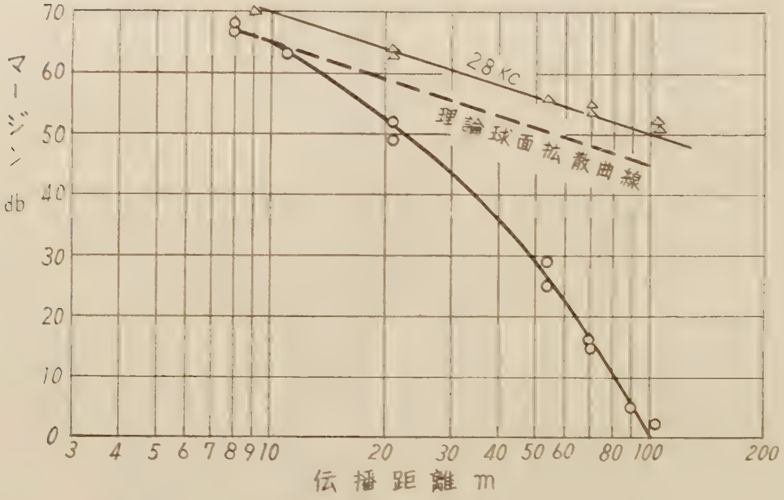
第 5 図　水 平 伝 播 実 験 海 面



(a) 実験海面 No. 1 の海底状況　(b) 実験海面 No. 2 の海底状況　(c) 実験海面 No. 3 の海底状況

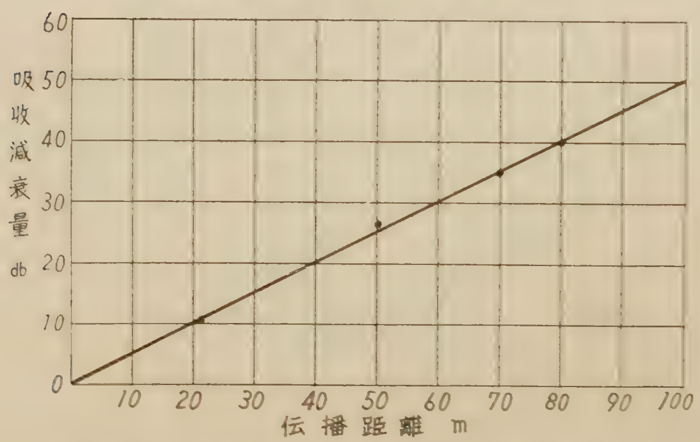
第 6 図　水平伝播実験海面の海底状況

実験海面 No. 1　久里浜湾外防波堤内側 1957.7.29 1400



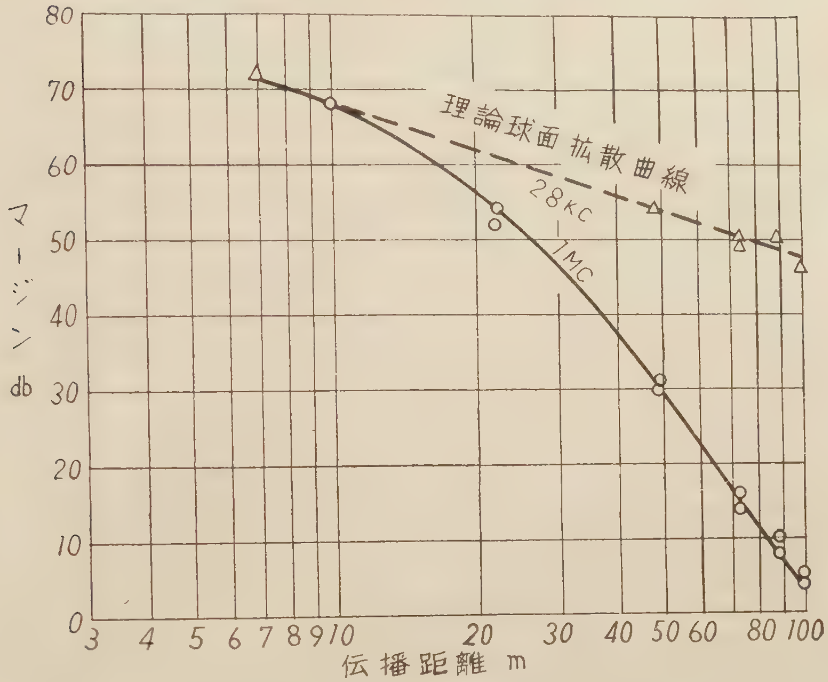
第 7 図 (a) 実験海面 No. 1 に於ける水平伝播減衰曲線

実験海面 No. 1　減衰定数 500 db/km



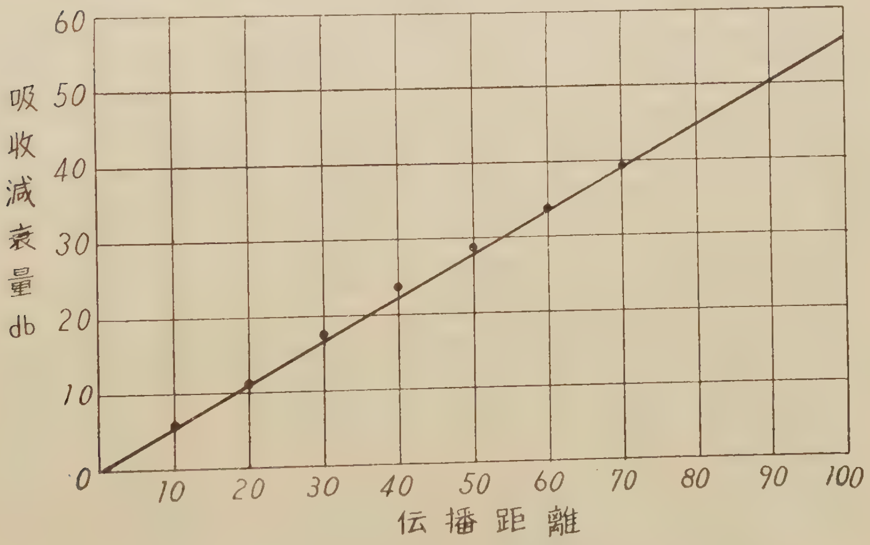
第 7 図 (b) 実験海面 No. 1 に於ける水平伝播の吸収減衰量

実験海面 No. 2　浦賀沖ブイより北方へ　1957.7.30 1100

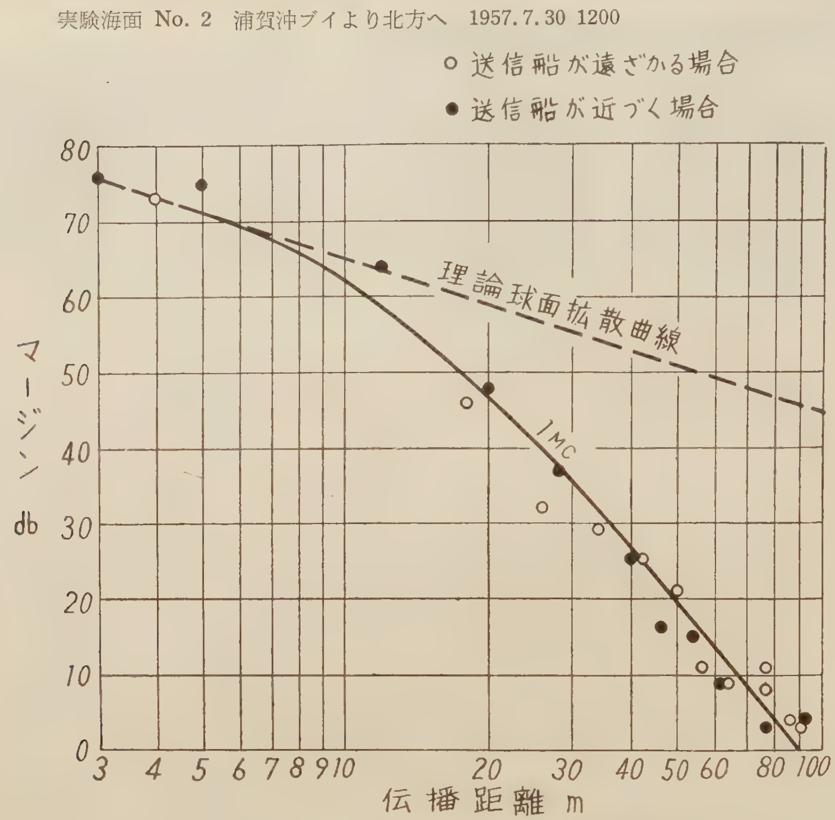


第 8 図　(a)　実験海面 No. 2 に於ける水平伝播減衰曲線

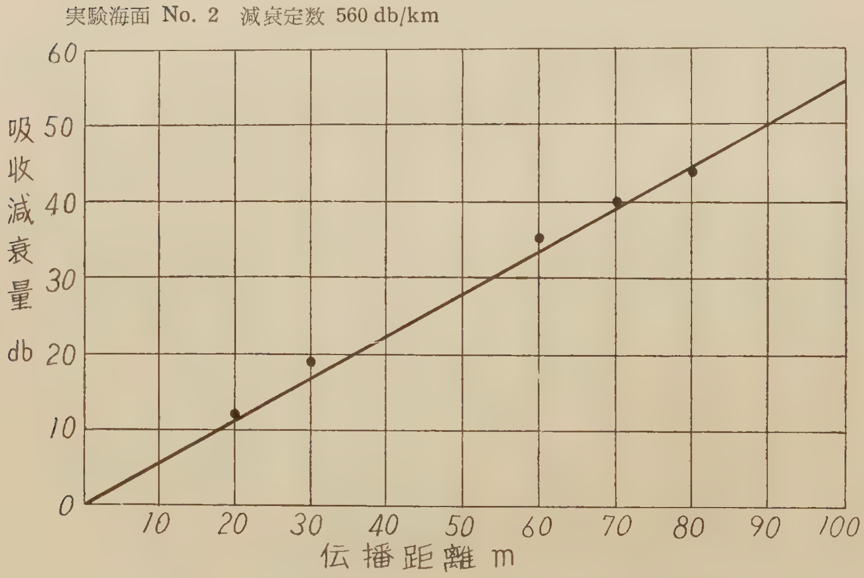
実験海面 No. 2　減衰定数 560 db/km



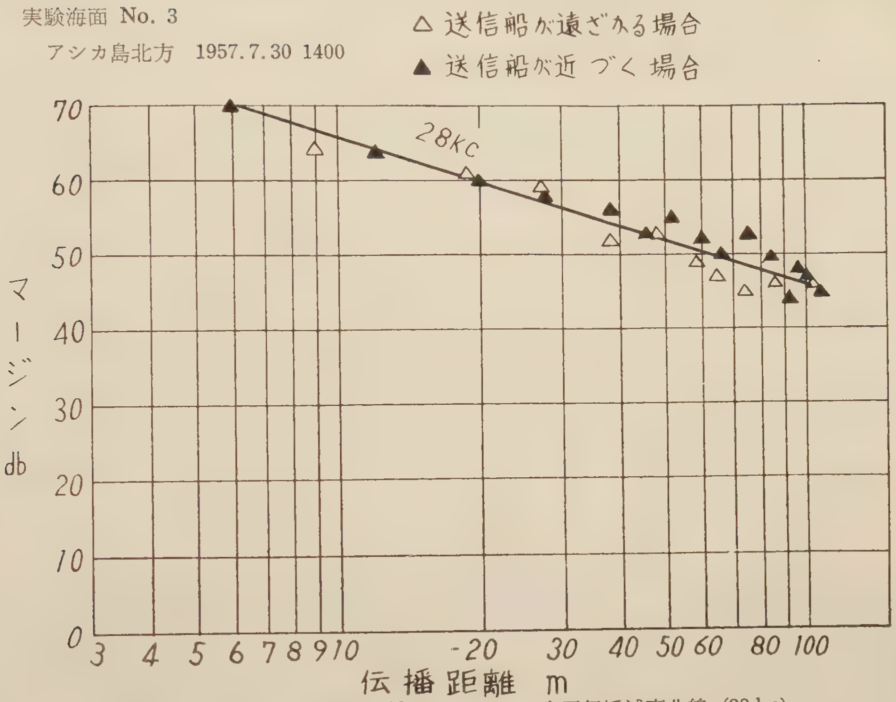
第 8 図　(b)　実験海面 No. 2 に於ける水平伝播の吸収減衰量



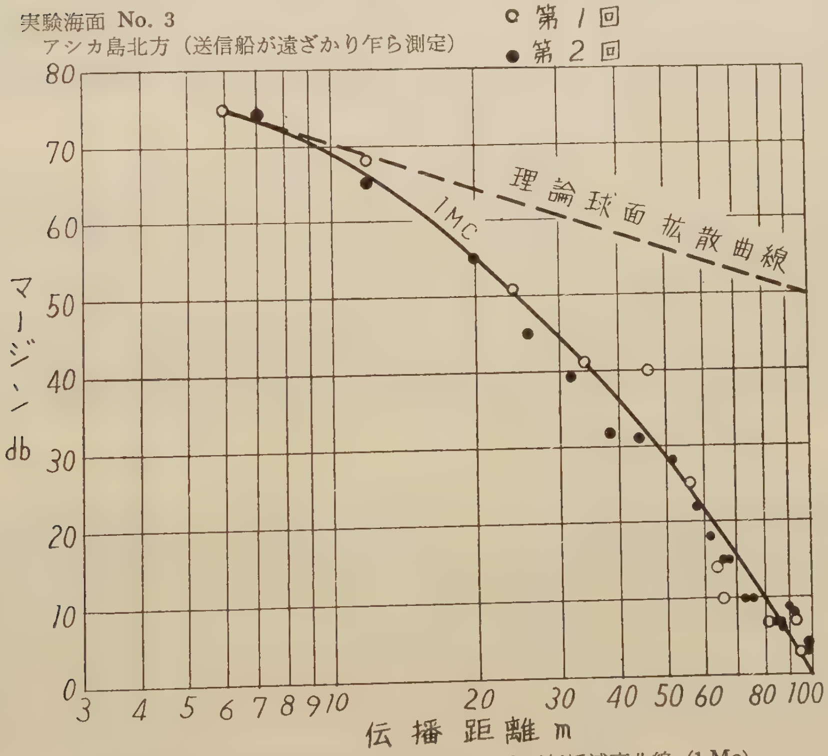
第 9 図 (a) 実験海面 No. 2 に於ける水平伝播減衰曲線



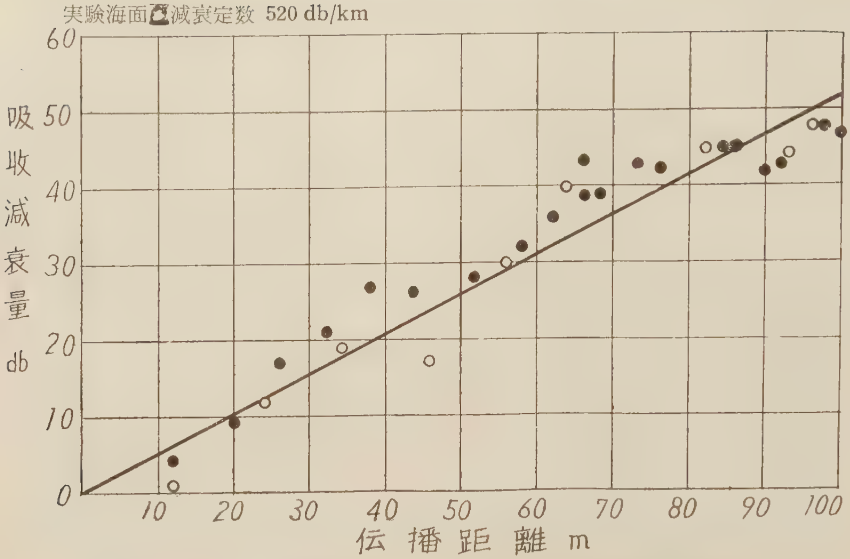
第 9 図 (b) 実験海面 No. 2 に於ける水平伝播の吸収減衰量



第 10 図 (a) 実験海面 No. 3 に於ける水平伝播減衰曲線 (28 kc)



第 10 図 (b) 実験海面 No. 3 に於ける水平伝播減衰曲線 (1 Mc)



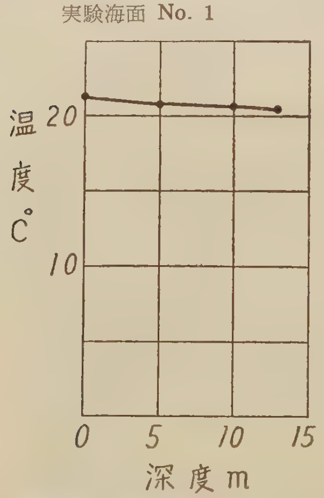
第 10 図 (c) 実験海面 No. 3 に於ける水平伝播の吸収減衰量

実験海面の鉛直温度分布を第 11 図、第 12 図、第 13 図に示す。温度傾度は実験海面 No.1 では 0.062°C/m、No. 3 では 0.17°C/m である。No. 2 では 4 m 附近に 3.67°C/m の温度躍層があつた。

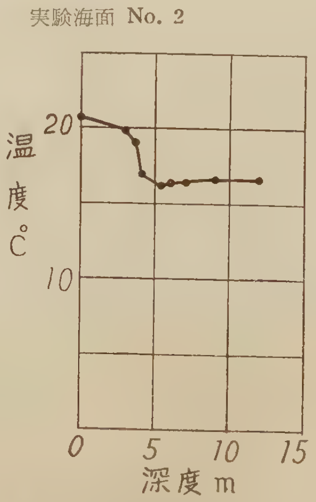
第 14 図、第 15 図、第 16 図に測定記録を示す。第 14 図は 1 Mc で送信船が受信船に近づき、次に遠ざかるのを示し、記録が途切れている部分はマージンテストを行つた所である。以下第 15 図、第 16 図も同様である。

1 Mc の減衰定数を先に求めた 10 kc 乃至 400 kc の減衰定数[1),2),3)] と一緒に示せば、第 17 図の如くなり、1 Mc では減衰定数が急激に増加していることが判る。

尚実験海域に於けるプランクトン含有量及び海水分析は目下整理中である*。

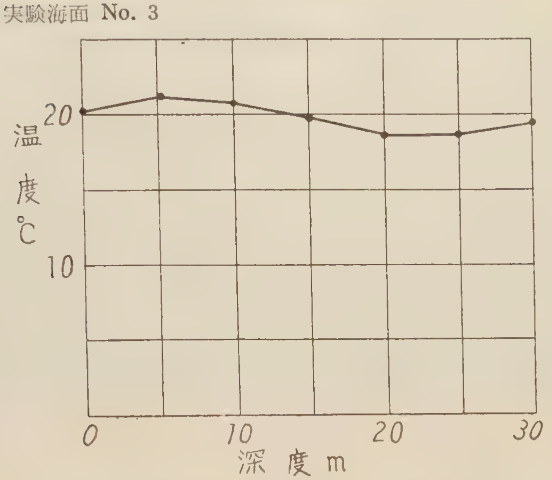


第 11 図 実験海面 No. 1 に於ける温度分布

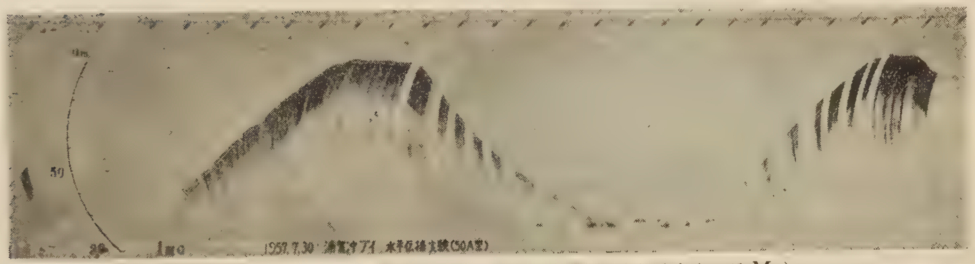


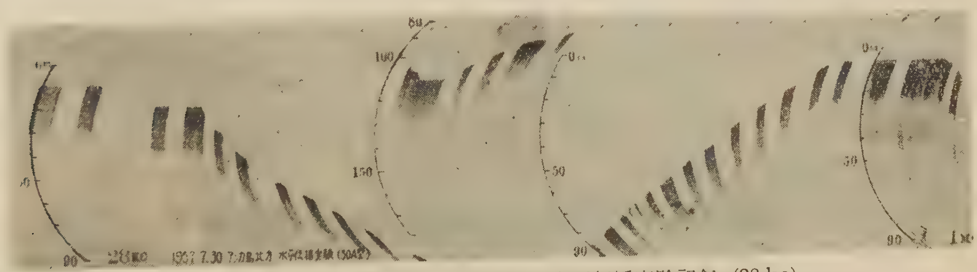
第 12 図 実験海面 No. 2 に於ける温度分布

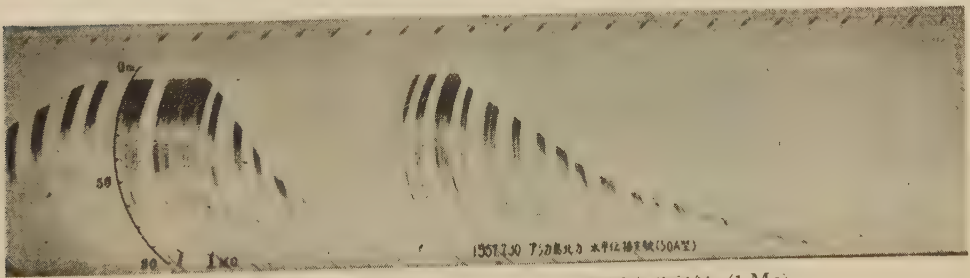
* プランクトン及び海水の分析に関しては東京大学松江研究室に依頼して整理中である。

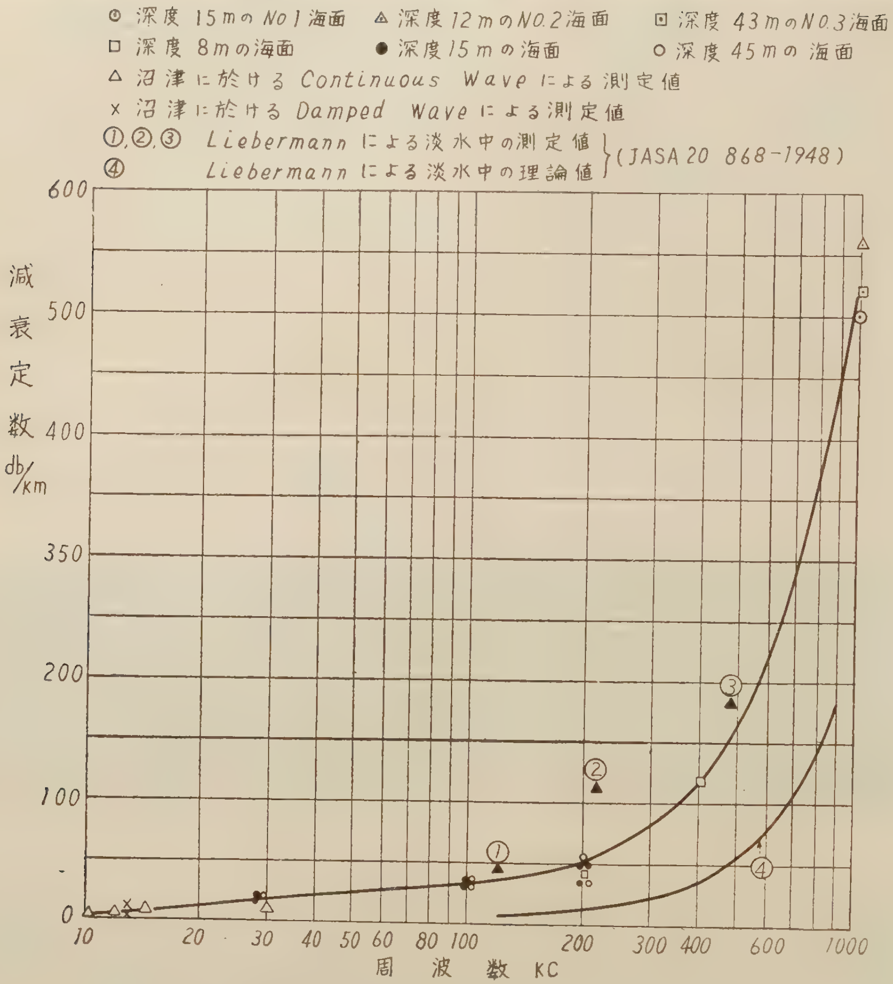


第 13 図　実験海面 No. 3 に於ける温度分布


第 14 図　実験海面 No. 2 に於ける水平伝播実験記録 (1 Mc)

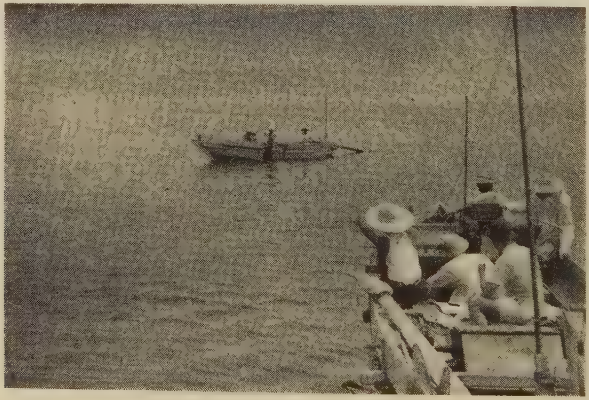

第 15 図　実験海面 No. 3 に於ける水平伝播実験記録 (28 kc)


第 16 図　実験海面 No. 3 に於ける水平伝播実験記録 (1 Mc)



第 17 図　周波数と減衰定数との関係

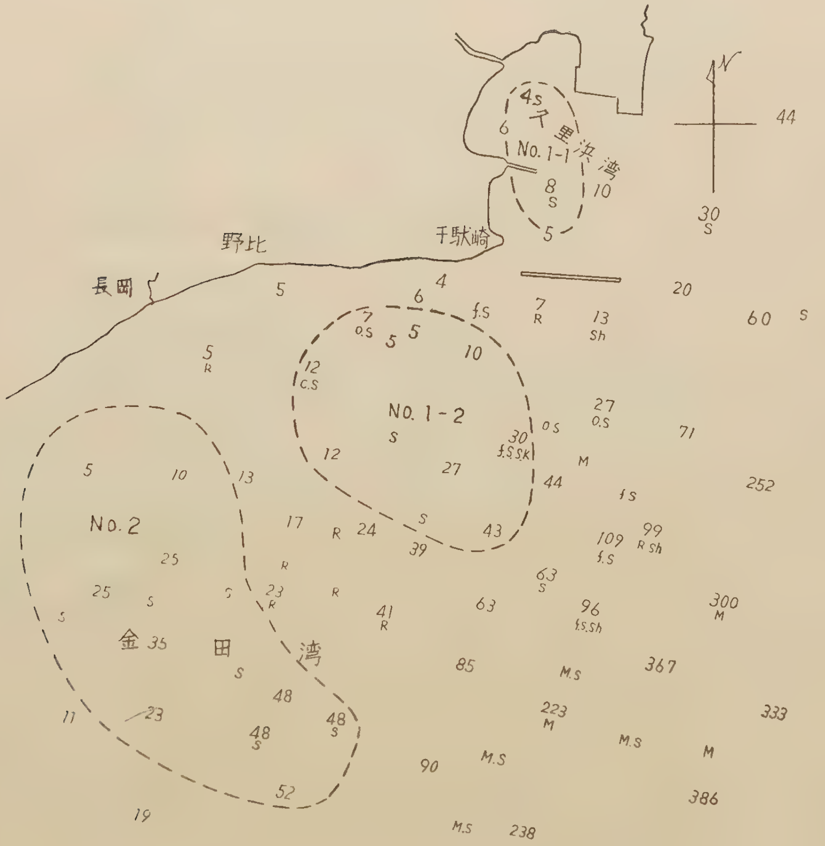
第 18 図から第 20 図迄は実験状況を示す。



第 18 図　実験状況全景

第 19 図　受信船の照準状況

第 20 図　送信船の照準状況



第 21 図　鉛 直 伝 播 実 験 海 面

2. 1 Mc 超音波の鉛直方向の伝播特性

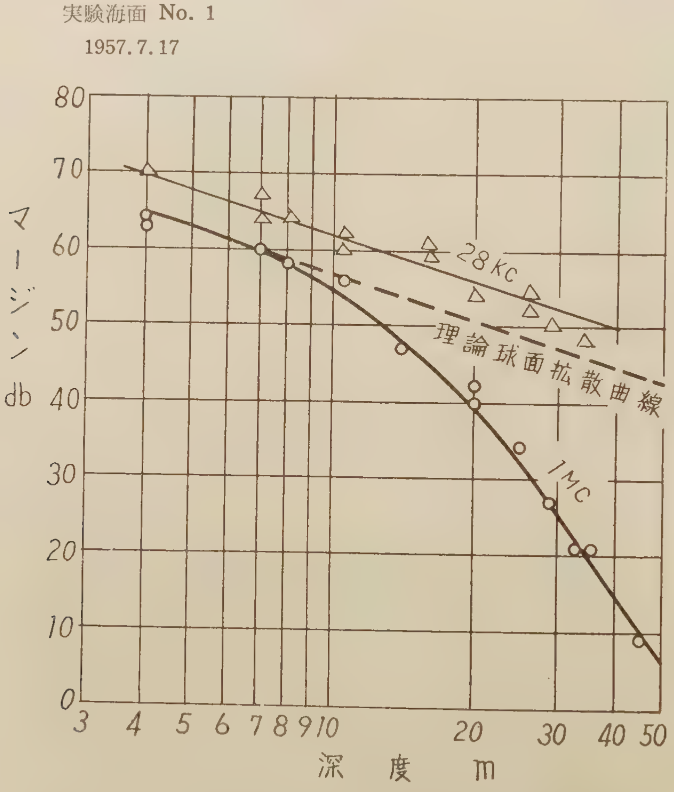
(1) 実験方法及び実験海面

鉛直方向の伝播特性の測定法は、1 Mc では指向性が極めて鋭いため、受波器を送波器の直下に降して次々に音圧を測る方法は海上実験では困難なので、一定の底質で傾斜の出来るだけ少ない平坦な種々の海底深度の海面に於いて、海底よりの反射波音圧のマージンを測定することによつて求めた。

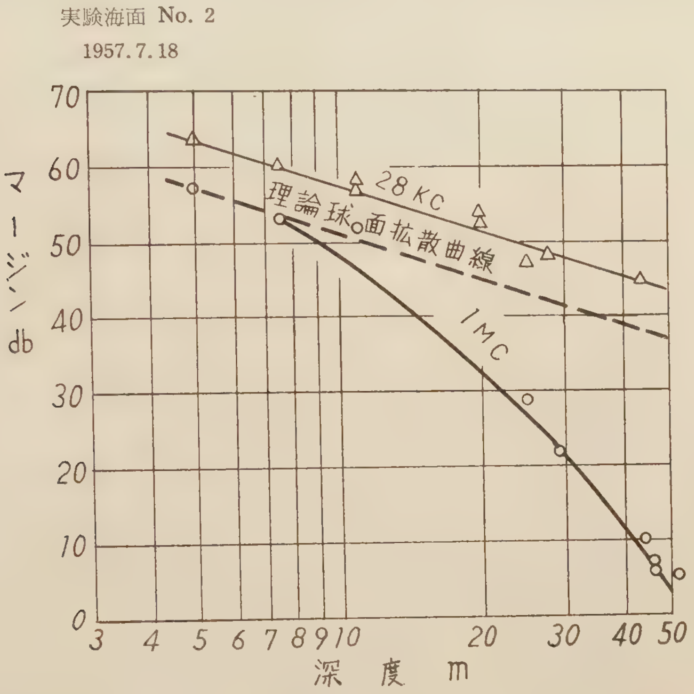
第 21 図に示す様に、久里浜湾及び金田湾に於いて、採泥器に依つて測定点の底質が砂であること、また測深機で海底が平坦であることを確めた海面について実験を行つた。

(2) 実 験 結 果

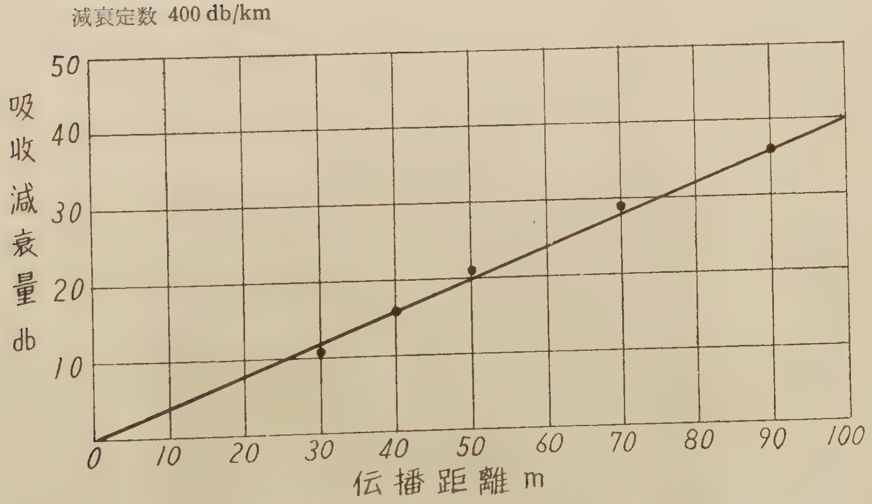
実験海面 No. 1 及び No. 2 に於ける海底深度とマージンとの関係曲線を求めると夫々第 22 図(a)、(b)の様になり、鉛直伝播の吸収減衰量と距離との関係を求めると第 22 図(c)の様になる。



第 22 図 (a) 実験海面 No. 1 に於ける鉛直伝播の減衰曲線

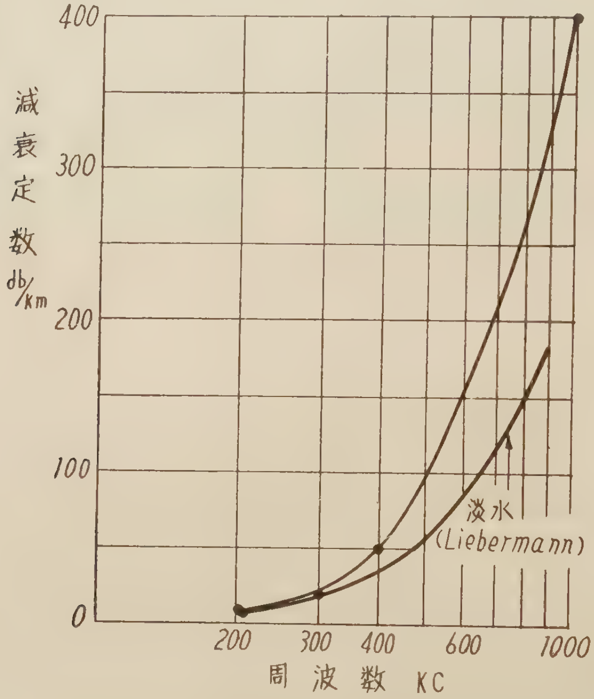


第 22 図 (b) 実験海面 No. 2 に於ける鉛直伝播の減衰曲線



第 22 図 (c) 鉛直伝播の吸収減衰量

減衰定数は 1 Mc では 400 db/km となつた。400 kc 以下の減衰定数[2),3)] と共に周波数に対して plot すると第 23 図の様になる。なお第 24 図は採泥の状況を示す写真である。



第 23 図 周波数と減衰定数との関係

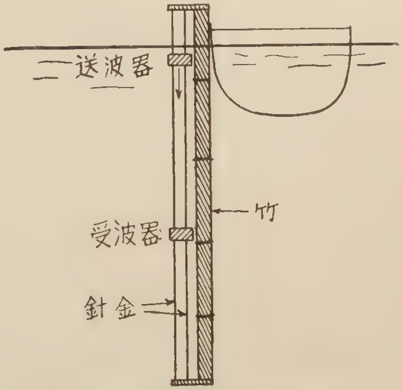
第 24 図 鉛直伝播実験で海底の底質を調べている状況

3.　1 Mc 超音波の海底反射損失

第 25 図に示す久里浜湾の泥及び砂の底質の反射損失を 1 Mc において測定した。

前述の如く 1 Mc では指向性が鋭いから次の如くして測定を行つた。直接波音圧の測定には第 26 図に示す様な装置で針金を案内として受波器を移動する。(第 27 図の写真も参照)

第 25 図　海底反射損失の実験海面



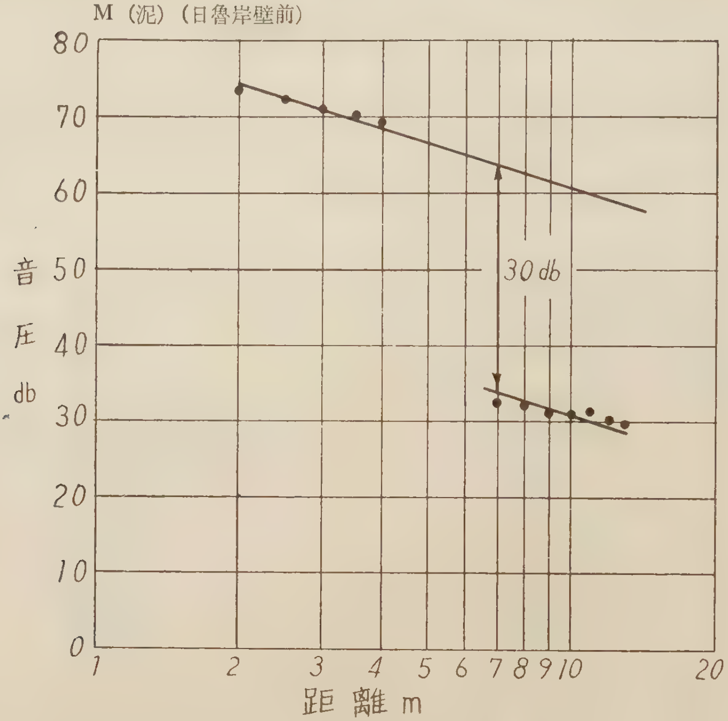
第 26 図　直接波音圧の測定装置

第 27 図　海底反射損失の測定状況

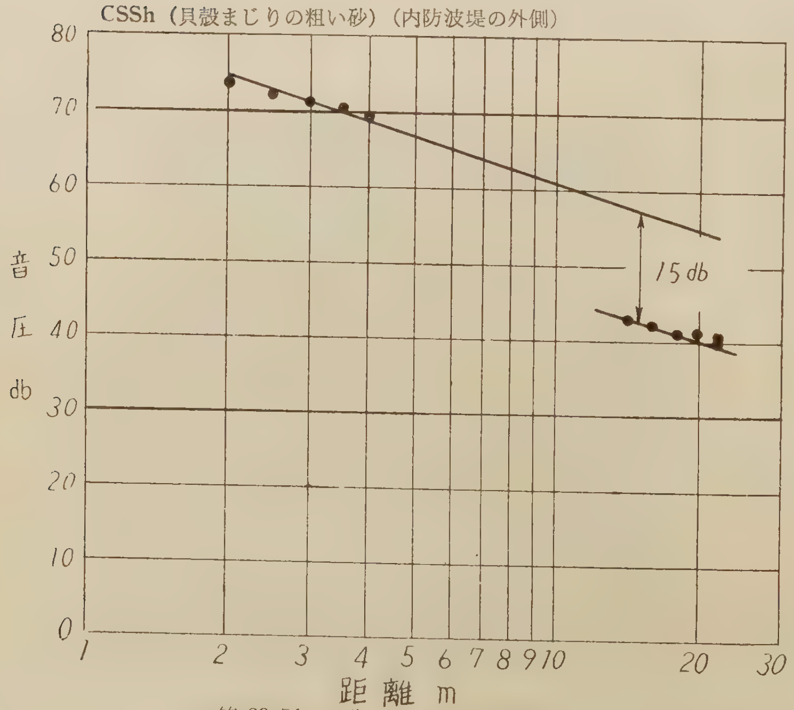
海底の反射波音圧は、このままの装置では受波器の蔭が出来るのでやむを得ず送受波器を一枚の板に相接して並べて取付け、海底からの距離を変えて測定した。

これらの測定値に夫々の距離に相当する吸収減衰量 (400 db/km) を補正して、直接波及び反射波の曲線間のレベル差から海底反射損失を求める。

第 28 図、第 29 図はその測定結果で、従来の測定値[2]と共にまとめてみると第 1 表の様になる。



第 28 図　泥の反射損失



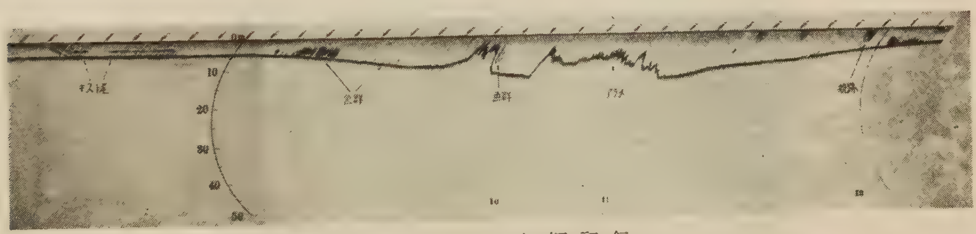
第 29 図　砂の反射損失

第 1 表　周波数と海底反射損失との関係

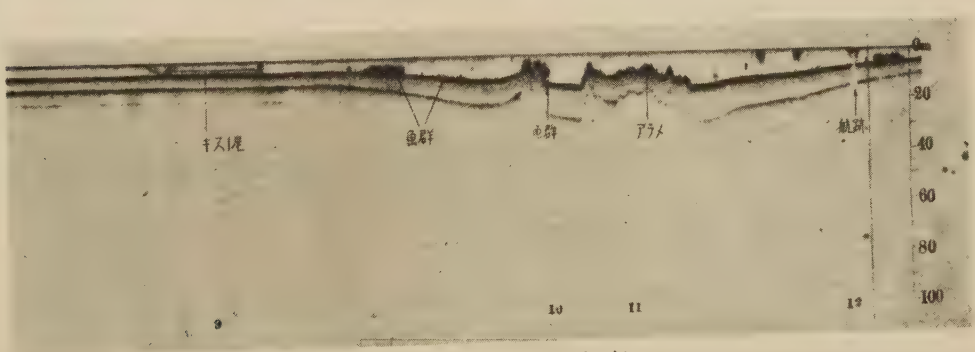
底質	周波数	反射損失
泥	10～50 kc	11～12db
	200 〃	24 〃
	400 〃	26 〃
	1 Mc	30 〃
砂	10～50 kc	7～8db
	300 〃	17 〃
貝殻まじりの粗い砂	1 Mc	15db
岩	10～50 kc	4db

4. 1 Mc 超音波による魚群探知実験

周波数 50 kc の魚群探知機と 1 Mc の試作魚群探知機とを同一舷側に装着して比較実験を行つた。その結果を第 30 図(a)、(b)に示す。図の(a)は 1 Mc、(b)は 50 kc で、各記録の下部の番号は相対応している。



(a) 1 Mc の魚探記録

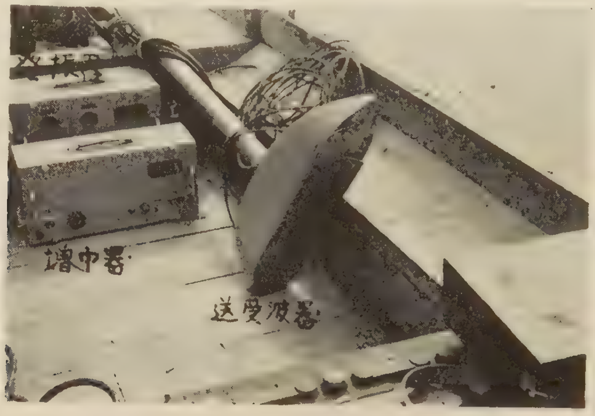


(b) 50 kc の魚探記録

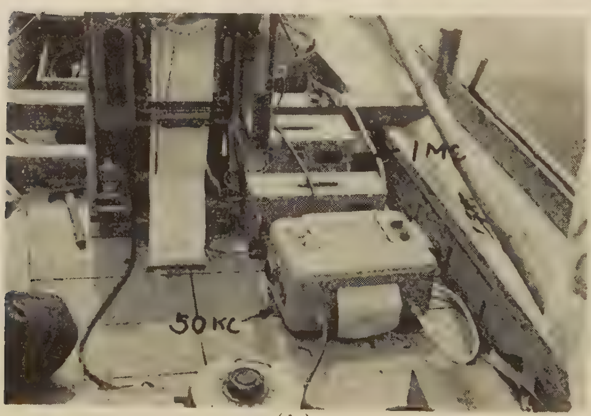
第 30 図 1 Mc と 50 kc の魚探比較記録

海草（実験番号 11)、魚群などが海底とよく分離して現れる状態や、魚群の濃淡、特に実験番号 10 の魚群がよく分解されていることは 1 Mc の方が 50 kc より遙かにすぐれている。また魚体の反射損失はまだ測定してないが、単体の魚体（キス）について実験した記録（同図左端）から判る如く、1 Mc の反射損失は大して大きくない。更に実験番号 12 で他船の航跡上を通過した際 50 kc では海底の記録が消えるが、1 Mc ではその様なことは認められないことも注目すべきであろう。

なお、この実験装置は第 31 図に示す如くである。



(a)



(b)

第 31 図　実 験 状 況

む　す　び

周波数 1 Mc の東京湾口にに於ける伝播特性並びに魚群探知についての実験結果を要約すると次の如くなる。

（1） 水平方向の減衰定数は 500～560 db/km である。

（2） 鉛直方向の減衰定数は 400 db/km である。

（3） 海底の反射損失は泥の場合は 30 db、貝殻まじりの粗い砂の場合は 15 db である。

（4） 1 Mc に於ける魚群探知実験を 50 kc と比較して行つた結果では、魚群の粗密がよく判り、また航跡の気泡による減衰が殆んど認められなかつた。

おわりに本実験に際し協力された沖電気株式会社秋元喜一郎氏、河中洸人氏に謝意を表する。

文　　献

1) 橋本： 海面に水平方向の超音波の伝播特性、漁船研究室報告第 2 号、昭和 30 年 1 月水産庁

2) 橋本、間庭、西村： 100 kc 乃至 400 kc の超音波の伝播特性、音響学会研究発表会講演論文集、昭和 30 年 5 月

3) T. Hashimoto, Y. Kikuchi: Ultrasonic Propagation Measurement in Sea Water up to 400 kc. JASA **29**, 702—707 (1957)

4) 橋本、間庭： 100 kc から 400 kc 迄の超音波の魚体反射損失に関する研究、音響学会誌第 13 巻、第 1 号

5) 橋本： 海面に垂直方向の超音波の伝播特性、漁船研究室報告第 1 号、昭和 28 年 12 月水産庁

魚体の超音波反射損失の研究
(鰾(うきぶくろ)の影響について)

橋本富寿　間庭愛信

Study on Ultrasonic Reflectlon Loss on Fish-body
(On the Influence of the Air Bladder)

Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa

ABSTRACT

It has never been examined whether the ultrasound reflection on fish-body was caused by its air-bladder or not. But it has generally been considered that the reflection is caused by the air bladder, on the ground that it should be spherical.[1]

Our experiment, once made on a carp, to give light on the cause of the reflection whether it was due to the whole fiish-body or to the air-bladder only revealed that the whole fish-body had something to do with the reflection.[2]

We have made further investigations into the above matter, results of which are as follows:

First of all, we examined many fish-bodies whether they have air-bladders and how they are shaped if they have any. Then examination of fish-bodies with air-bladders was made into the reflection loss both on the whole fish-bodies and on their air-bladders only to compare them each other. Besides, we could examine the change of the reflection loss on the bodies by injecting water into the air-bladders.

Thus it has been confirmed that the whole fish-body has some relation to the ultrasound reflection on the fish-body.

項　　目

まえがき
1. 鰾の有無、機能、形状等の説明
2. 実験方法
3. 魚体の反射損失と鰾のみの反射損失の比較
4. 鰾の中のガスの有無による魚体の反射損失の差
5. 魚体の超音波反射の原因に関する実験結果の考察
むすび

まえがき

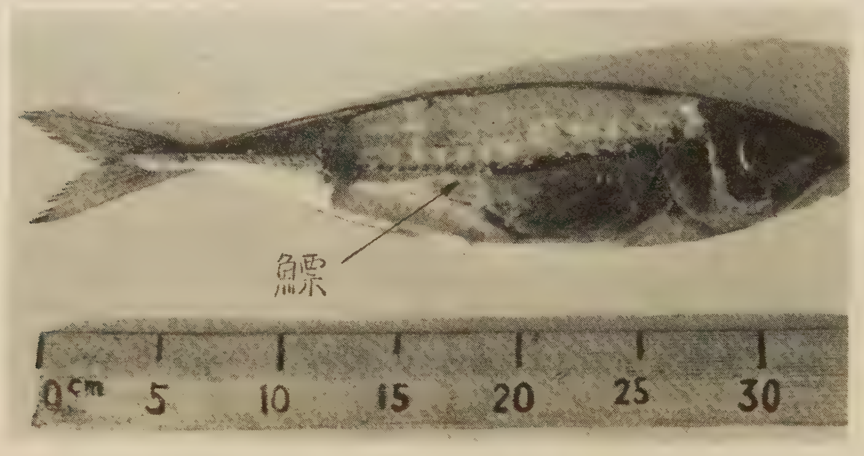
魚体の超音波反射が鰾によるのかどうかは英国の論文[1]でも実験検証の行われたものはないが、鰾によるものであると推定し、而も鰾が球形であるとしてすべて取扱つている。筆者らはそれが魚体全体によるのか、鰾によるのかを解明する為に、既にコイについて実験し、魚体全体が関係することを指摘したが[2]、その実験資料が少ないので今回之について再検討を行つた。

即ち先ず多くの魚体の鰾の有無、形状等について調査を行い、次に鰾のある魚について魚体反射損失とその鰾のみの反射損失とを比較検討し、更に鰾の中は注射器で水を注入してどの様に反射損失の差異を生ずるかを調べることにより、魚体からの超音波反射には魚体全体が関係することを確めたのでここに報告する。

1. 鰾の有無、機能、形状等の説明[3)4)5)6)7)8)9)]

鰾は硬骨魚と硬鱗魚にあり、例えばマアジでは鰾は第1図に示す様な配置になつて居り消化管と腎臓の間にある。板鰓類（サメ、エイの類）には全くない。但し硬骨魚でもカレイなどにはない。発生的には消化器と関係し作用の上では呼吸器と関係している。鰾内のガスは酸素、炭酸ガス、窒素であつてその組成は魚の種類でも異り、又同一種、同一個体でも生理状態や棲息環境の条件によつて速かに変る。

鰾は多くの機能を持ち、それらについての研究は不充分であるが、現在は大体、魚体の比重調節、呼吸、聴覚補助、発音の4つの機能が主なものであると認められている。



第1図　マアジの解剖図

鰾の有無、形状を代表的な魚に就いて述べる。

(1) 鰾のない魚類

板鰓亜綱の魚類全部

例えばネコザメ、トラザメ、シビレエイ等日本産のもの約60種

真口亜綱の一部

即ちコシナガ（キハダ属）、サワラ、ハガツオ、マンボウ、クサビフグ、オニオコゼ、ソコイワシ、コバンザメ、イカナゴ、異体亜目（諸種のカレイ、ヒラメ）Scomber sombrus（サバ科）等、

(2) 鰾をもつ魚類

鰾の形によつて分類すると、

(a) 紡錘形の様な単一型

テウザメ、ベニザケ、カラフトマス、マスノスケ、サケ、コノシロ、ウルメイワシ、ニシン、マイワシ、カタクチイワシ、トビウオ、サンマ、ビンナガ、メバチ、キハダ、アジ（マアジ等）ブリ、アカムツ、ウミタナゴ、キンメダイ、ウナギ等、

(b)　ダンベル状の様に前後にくびれているもの

アカマンボウ、フリソァウナ、シマイサキ、モロコ、コイ、フナ等、

(c)　卵形、楕円形又はまんじゆう形

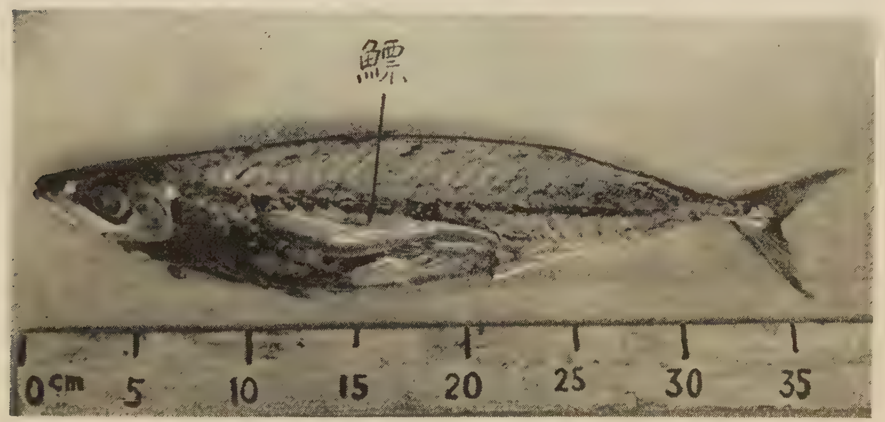
トラフグ、メバル、バラメヌケ、ミノカサゴ、ハオコゼ、ニベ、グチ、タラ、スケトウダラ、イソアイナメ、タイ、マサバ、ゴマサバ、マハゼ等

(d)　其の他

水平に2個左右に平行のもの……ハコフグ馬蹄形……マグロ、

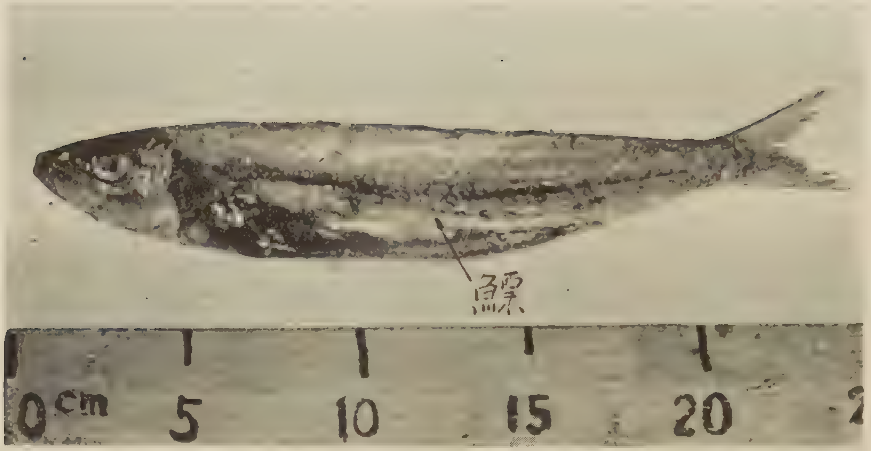
カジキ上科では鰾は多室で泡沫状（小室は多少左右相称的に配列）でほぼ全体腔の背面にわたる。

マイワシ、コマサバの解剖図及びその鰾を第2図、第3図に示し、その他数種の鰾の形を第4図に示す。

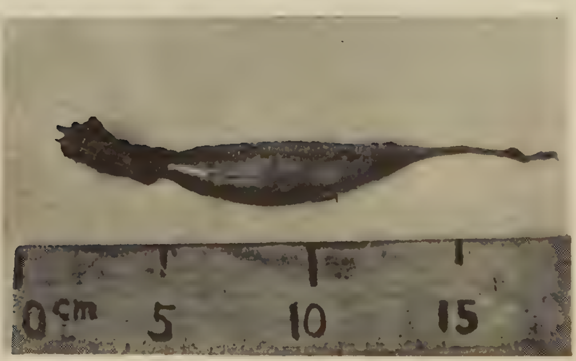


第2図　(a) マイワシの解剖図

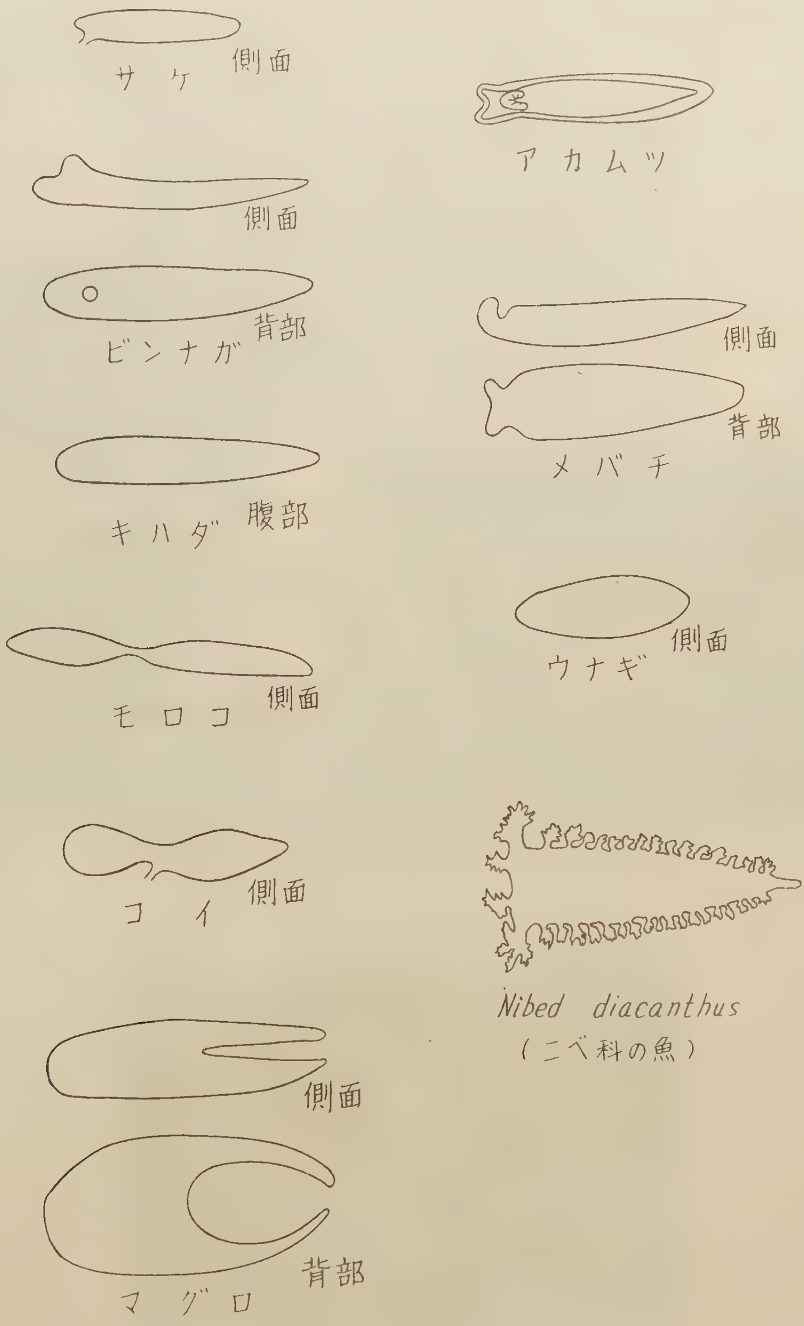
第2図　(b) マイワシの鰾



第3図　(a) ゴマサバの解剖図



第3図　(b)　ゴマサバの鰾 (側面)

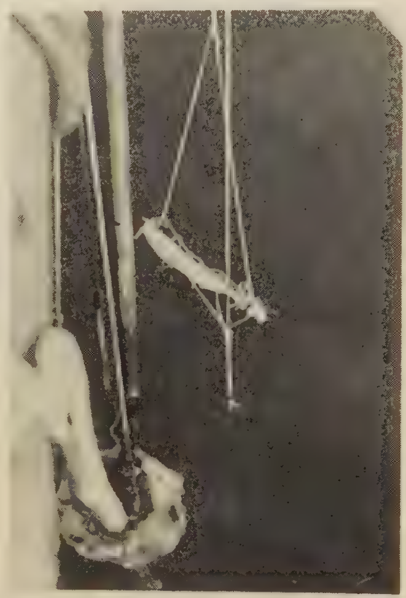

サ ケ
側面
ア カ ム ツ
側面
背部
ビ ン ナ ガ
側面
背部
メ バ チ
腹部
キ ハ ダ
側面
モ ロ コ
側面
ウ ナ ギ
側面
コ イ
Nibed diacanthus
(ニベ科の魚)
側面
背部
マ グ ロ

第4図 各種の鰾

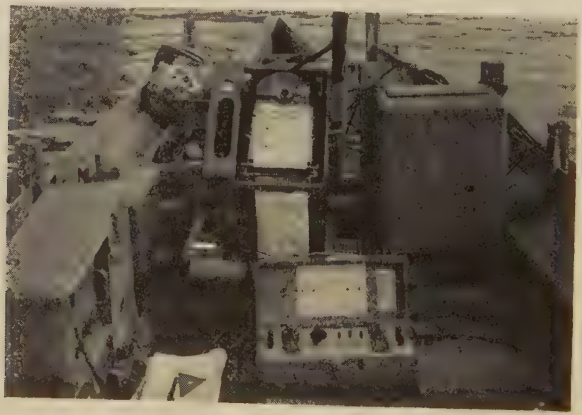
2. 実 験 方 法

反射損失の測定は久里浜湾の潮流のない深度 6.5 m の所で行つた。第5図、第6図の様に細いテグスで反射体を深度 4 m に吊し Sliding method[2] によつて反射損失を求めた。第7図は測定装置である。海水の透明度がよい為、反射体が送受波器の直下に静止しているのを海上から確め乍ら測定した。鰾は破けない様に吊す為、細い絹糸の網（7節、絹網糸の太さ 210/12 で包んだ。この網のみの反射損失は 80 db 以上で無視出来る程度である。

第 5 図　魚体（マアジ）の反射損失の測定状況



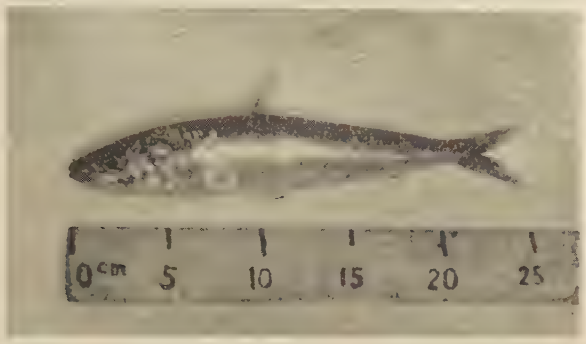
第 6 図　鰾の反射損失の測定状況



第 7 図　測 定 装 置

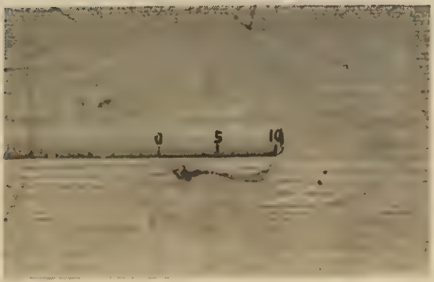
3. 魚体の反射損失と鰾のみの反射損失の比較

マイワシ及びマアジを試料に選んで実験を行つた。参考の為にその試料を第8図～第13図に示す。

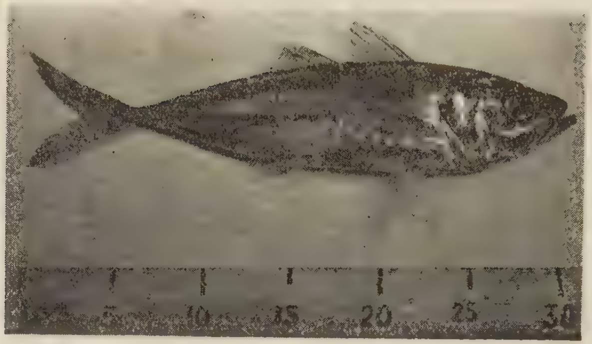


第8図　マイワシの側面

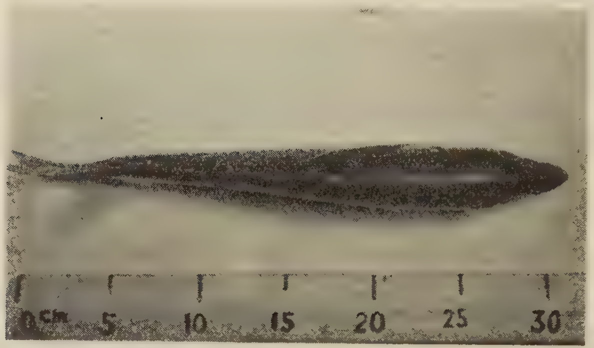
第9図　マイワシの背部



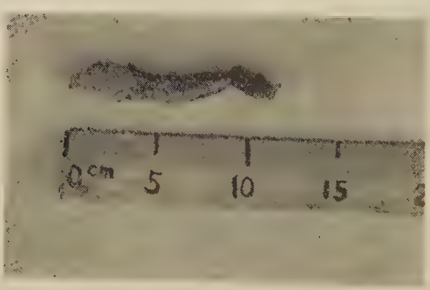
第10図　マイワシの鰾
(これは全長 25cm のマイワシのもので長さは 7cm 直径は 1cm である)。



第 11 図　マ ア ジ の 側 面



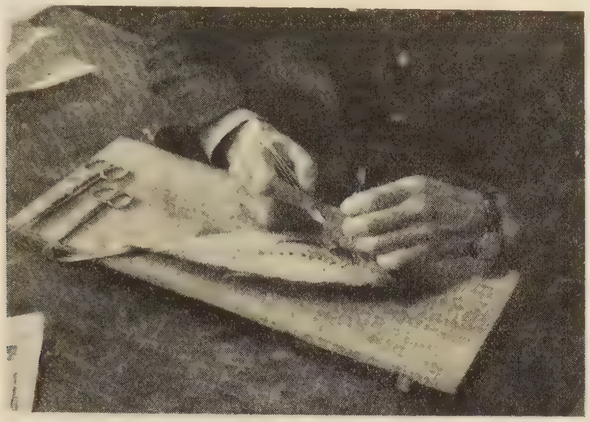
第 12 図　マ ア ジ の 背 部



第 13 図　マ ア ジ の 鰾
（これは全長 31.5 cm のマアジのもので長さは 10 cm 直径は 1.5 cm である）。

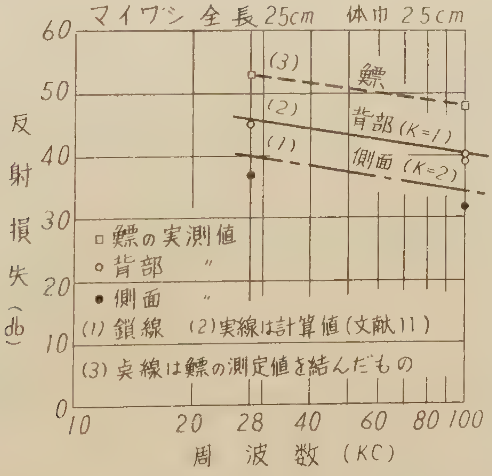
先づ 28 kc について超音波の入射方向を種々変えて魚体の反射損失を測定した。同様の実験を周波数を変えて 100 kc、300 kc についても行い、周波数と魚体反射損失との関係を求めた。次に魚体より鰾のみを摘出し、その長軸に直角の方向より超音波を入射して反射損失を測定した。

第14図は魚体を解剖して鰾を出している状況であつて、鰾の外壁は薄い為、極めて注意深く取出した。

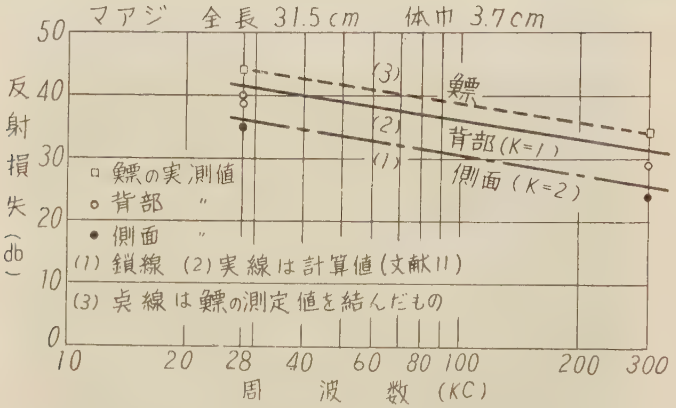


第 14 図　　魚体を解剖して鰾を取出している状況

第15図および第16図は実験結果で、マイワシとマアジについて、周波数（kc）を横軸に、反射損失（db）を縦軸に取つた座標上に鰾及び魚体の反射損失をプロットしたものである。図中□印は鰾の長軸に直角の方向から超音波が入射した場合、○印、●印は夫々魚体の背部、側面から入射した場合の測定値である。



第 15 図　　マ イ ワ シ の 反 射 損 失
(K=1,2 は文献[11]に述べてある魚体の形状係数の平均値である)。



第 16 図　マ ア ジ の 反 射 損 失
(K=1, 2 は文献[11] に述べてある魚体の
形状係数の平均値である)。

これらの測定結果から、鰾の反射損失が魚体の反射損失に比べてどれだけ多いかを求めてまとめると、第1表の様になる。

第 1 表　鰾と魚体の背部及び側面の反射損失の差

	マイワシ	マ ア ジ
魚体の背部との差 (db)	9	5
魚体の側面との差 (db)	15	10

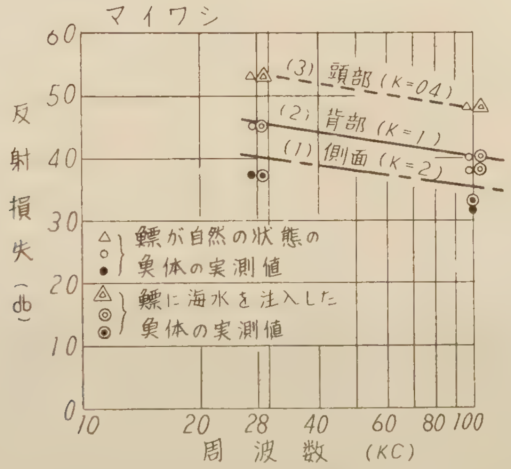
図中の曲線 (1) 及び (2) は既に発表した魚体反射損失の計算式* より求めたもので、実験結果は 3 db の範囲内で計算値と一致している。曲線(3)は鰾の反射損失の測定値を結んだもので、測定点が少ないので何ともいえないが、曲線 (1) (2) よりは大きく、之らと平行している様な傾向が見られる。

* 魚体の反射損失　$L_p=20\, log\, 10\sqrt{\frac{\lambda}{2\gamma}}\cdot\frac{x}{b}\cdot\frac{2}{\Delta\rho}\cdot\frac{1}{K}$

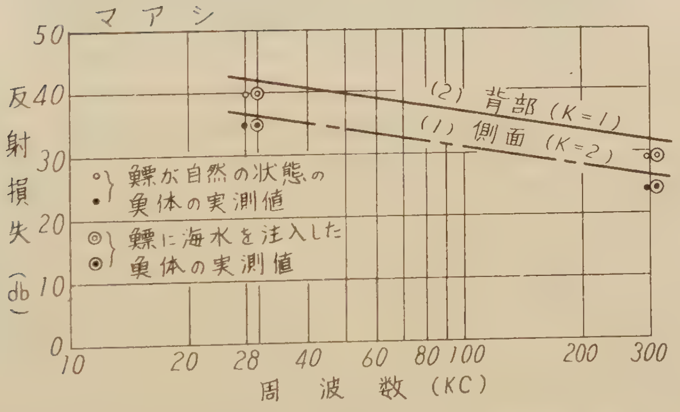
λ: 波　　長
γ: 魚体の最も膨んだ部分の断面の背部の曲率半径
x: 魚体から音源方向への距離
b: 魚 体 の 長 さ
$\Delta\rho$: 魚体と海水との密度差
K: 形 状 係 数

4. 鰾の中のガスの有無による魚体の反射の損失の差

次に鰾の中のガスの有無による魚体の反射損失の差を検討する為に、前述とほぼ同形同大のマイワシ及びマアジについて、自然のままの魚体の反射損失と、この魚体の鰾の中のガスを注射器で抜いて別の注射器で同容量だけ海水をみたした場合反射損失を比較した所第 17 図および第 18 図の様になつて、差は認められなかつた。



第 17 図　鰾の中のガスの有無によるイワシの反射損失の比較



第 18 図　鰾の中のガスの有無によるアジの反射損失の比較

又ゴマサバ（全長 29 cm 、体高 4.8 cm、体巾 3.7 cm） について 28 kc で同様の測定を水槽で行つた所、その結果は第2表の様になり、矢張り鰾の中のガスの有無による反射損失の差は認められなかつた。

第 2 表　鰾の中のガスの有無によるゴマサバの反射損失の比較（28 kc）

	超音波の入射方向	
	背部	側面
自然のままの場合	42db	37db
鰾に水をみたした場合	42db	37db

第 19 図は1本の注射器でマアジの鰾の中のガスを抜きつつ、別の注射器で海水を注入している状況である。

第 19 図　マアジの鰾に海水を注入している状況

5. 魚体の超音波反射の原因に関する実験結果の考察

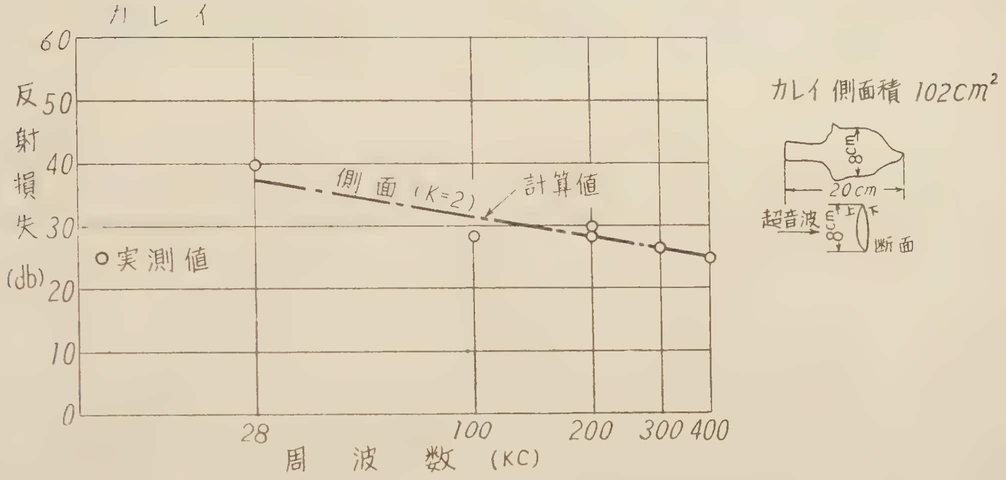
以上の調査及び実験から、魚体の超音波反射に対する鰾の影響について考察してみる。

(1) マイワシ、マアジの鰾のみの反射損失は超音波が魚体の背部から入射した場合に比べて 5~9 db、側面から入射した場合に比べて 10~15 db 多い。

(2) マイワシ、マアジの如き鰾の断面形状がほぼ円形である魚体についても、魚体の反射損失が背部と側面に於いて 7~10 db の差がある。若し鰾が超音波の主な反射体であるとすればこの様な差異を生じない筈である。

(3) 鰾の中のガスを水と入れかえても反射損失は変らない。鰾の内容積と魚体の体積との比はこの実験に於いてはマイワシで 1：65、マアジで1：29 であるから、若し鰾が超音波の主な反射体であるならば相当著しい反射損の差異を生ずる筈である。

(4) カレイの様に鰾のない魚体でも反射損失が既に報告した様に第 20 図に示す測定結果となつた。



第 20 図 カレイの反射損失

これら(1)、(2)、(3)、(4)の理由によつて魚体の超音波反射は鰾のみによるものではなく魚体全体が関係することが結論出来る。

むすび

以上の様に魚体の超音波反射は従来漠然と考えられていた様な鰾の反射による如き単純なものではない。低い超音波周波数に於いては魚体の全体の体積を考慮してその反射損失との関係を調べて居り[2]、高い周波数に於いては更に魚体の形状による影響を考慮して魚体全体が関係することを[11]実験的並びに理論的に研究している。

終りに鱗の生物学的の調査に御援助賜はつた東大農学部水産学科末広恭雄教授、草下孝也講師、東京水産大学久保伊津男教授並びに御検討戴いた東北大学菊地喜充教授に謝意を表する。また本研究に協力された東京水産大学生後明宏美君の労を多とする。

文献

1) D.H. Cushing and I.D. Richardson: Echo Sounding Experiments on Fish, Fishery Investigations series II Vol. XVIII No. 4, 1955.
2) 橋本： 海面に垂直方向の超音波伝播特性； 漁船研究室報告 昭和 28 年 10 月
3) 末広： 魚類学 昭和 26 年
4) 川本： 魚類の生理
5) 川本： 魚類生理学 昭和 31 年
6) 松原： 魚類の形態と検索 昭和 30 年
7) 海老名： 日本魚類分類表
8) 飯島： 動物学提要
9) 東京博物学研究会： 水産動物図鑑
10) 実吉： 音波及び超音波の反射、音響学会誌、 昭和 18 年 12 月
11) 橋本、間庭： 100 kc より 400 kc までの超音波の魚体反射損失に関する研究、音響学会講演論文、昭和 31 年 11 月

海底、魚群よりの超音波の反射波形に関する研究

間庭　愛信

Study on the Ultrasonic Wave Form Reflected on the Sea Bottom, Fish Schools and Seaweeds

Yoshinobu Maniwa

ABSTRACT

Hashimoto has reported on the loss of ultrasound reflection on the sea bottom, measuring with a record-type echo-sounder. In his case, "Margin Test[1]" was done for all the measurements.

We made experiment on the ultrasonic wave form reflected on the sea bottom, fish schools and seaweeds, with a cathode-ray-tube type fish-finder.

As a result, it brought to our confirmation that sand and mud were able to be discriminated if the sea bottom was equal in depth and evenly surfaced, besides that the shorter the pulse length was, the larger the resolving power of cathode-ray-tube was. The wave form reflected on fish school was one clear layer when the distribution of fish school was on a plane level. When fish school was distributed solidly, the density of the fish school contained in a beam angle was recorded more clearly than obtained by the echo-trace with a recorder.

項　　目

まえがき
1. 測定装置
2. 海底地質の判別に関する実験
3. 斜面の場合の実験
4. パルス巾を変えた場合のブラウン管の分解能の相違
5. 平面分布の模擬魚群としての網地よりの反射波形
6. 魚群よりの反射波形
むすび
文献

まえがき

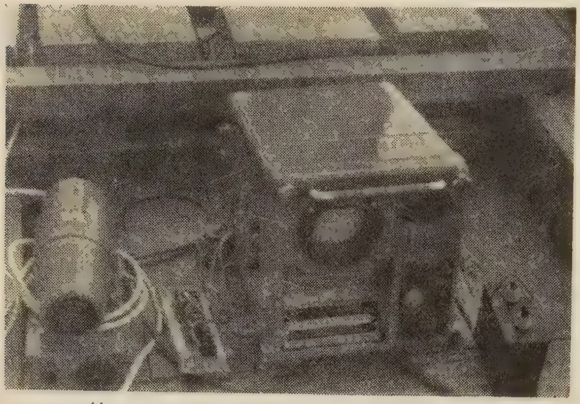
記録式音響測深機を用いて測定した海底の超音波反射損失等に関して橋本は既に発表している[1]が、これらの測定は何れもマージンテスト[1]で行つたものである。

そこで今回はブラウン管を用い、海底地質の相違と魚群の形態によつて反射波の波形にどんな差異があるかを調べた。またパルス巾を種々変えた場合の魚群の分解能を実験的に検証した所、予期した如き結果が得られた。

第1回の実験は昭和32年3月久里浜湾に於て行つた。本実験は第2回の実験で、昭和32年7月に行つたものである。

従来ブラウン管式の魚探機でこれらの問題について言及されてはいるが[2]、精密な試験が欠けているので、これらに関し追試を行うと共に、新たにパルス巾等についても初めての実験を行つたのでここに発表する次第である。

1. 測定装置



第1図　実験に使用したブラウン管装置

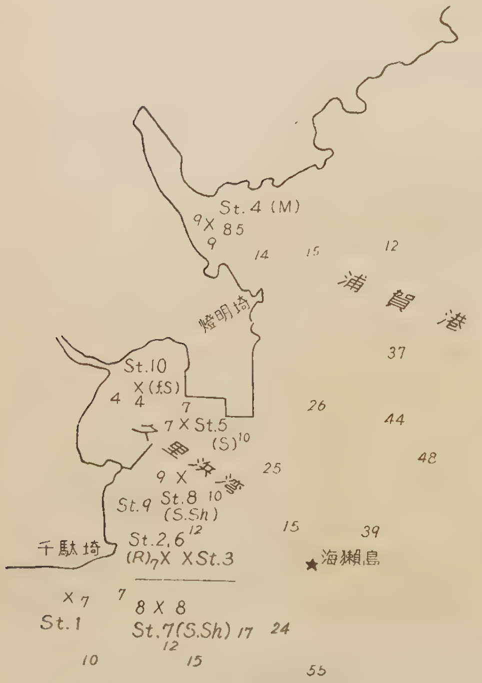
測定装置は第1図に示す様なブラウン管及び記録器併用魚群探知機であつて、超音波の周波数は 50 kc で、パルス巾を 0.25 ms から 1 ms まで変えられる様になつて居る。ブラウン管のレインヂは 25 m である。振動子の指向特性は第1表に示す通りである。

第1表　振動子の指向特性

	船の進行方向	横方向
半減角(度)	11°40′	13°42′

記録器とブラウン管指示器を同時に作動させて実験を行い、ブラウン管像の写真撮影を行つた場合記録器の方は同時にマークを入れ、同じ番号を記して相対応させた。

2. 海底地質の判別に関する実験



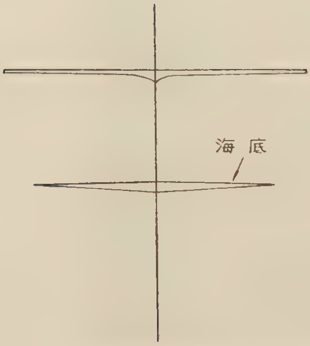
第2図　測定海面

第2図に示す様な底質が岩盤、砂、泥で平坦な海底の場所に於て得た結果を第3図に示す。

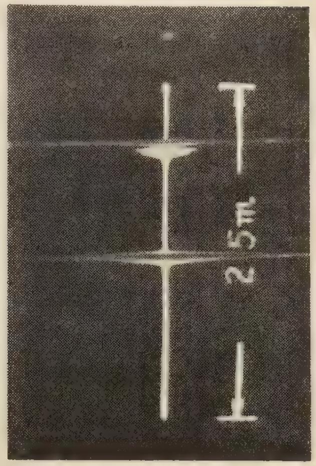
第3図で、(a)は発振波形でパルス巾は 0.25 ms である。

記録の(b)から(h)迄夫々の上段に反射波の波形(以下映像と呼ぶ)を、中段に記録器で求められた記

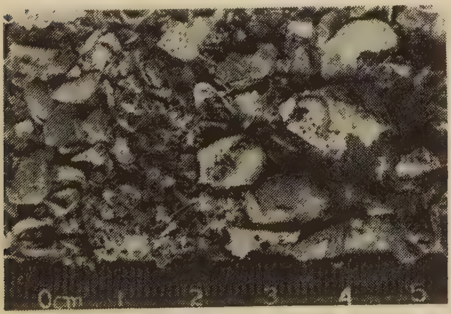
第3図 (a)　発振波形 (パルス巾 0.25 ms)



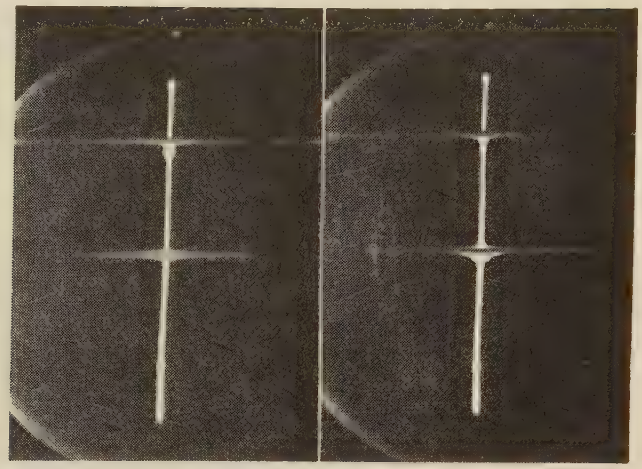
映 像 の 説 明 図



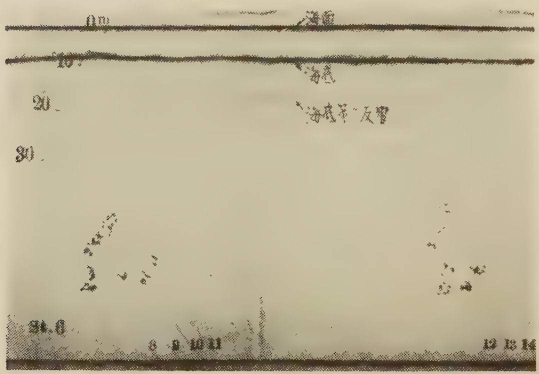
No. 30

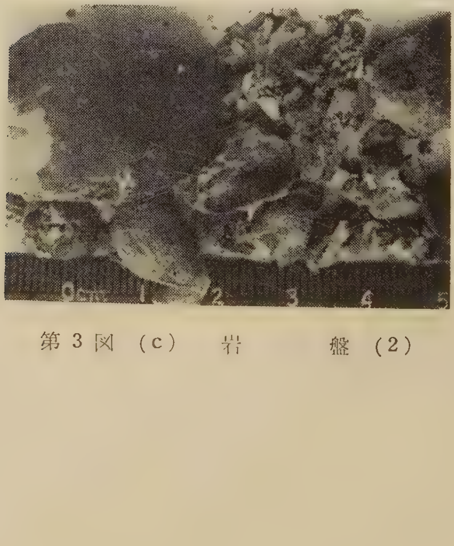


第 3 図 (b) 岩 盤 (1)



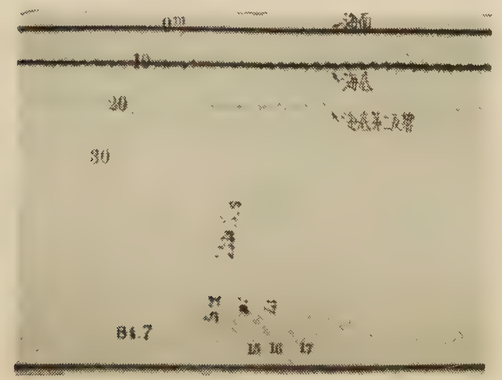
No. 10　　　　No. 13

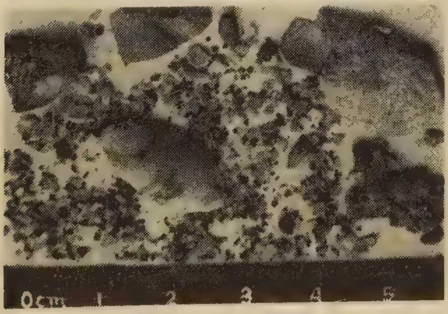




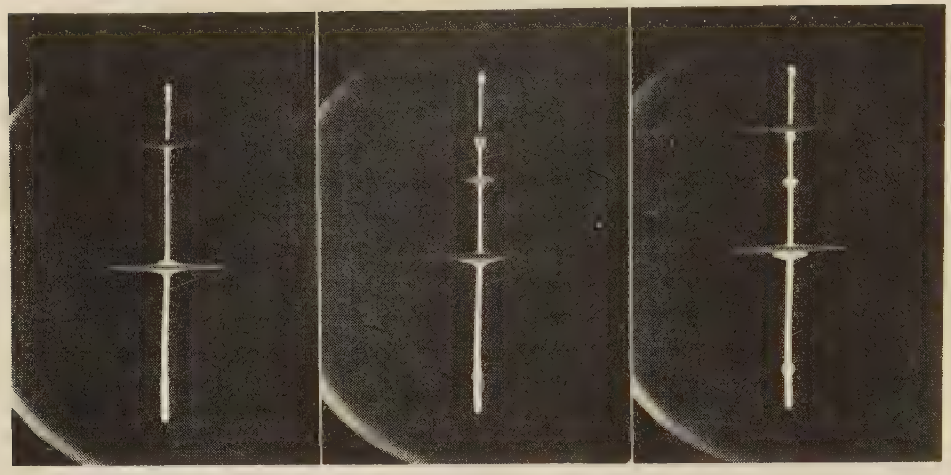
第3図 (c) 岩 盤 (2)

No. 17

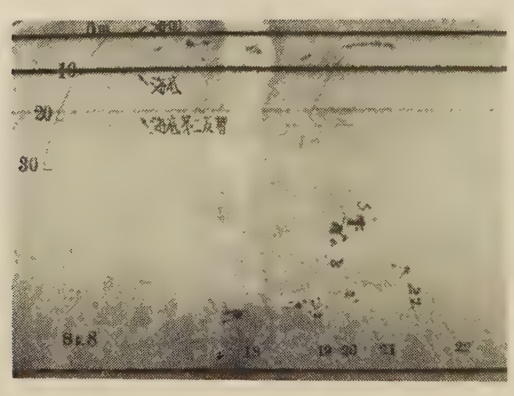


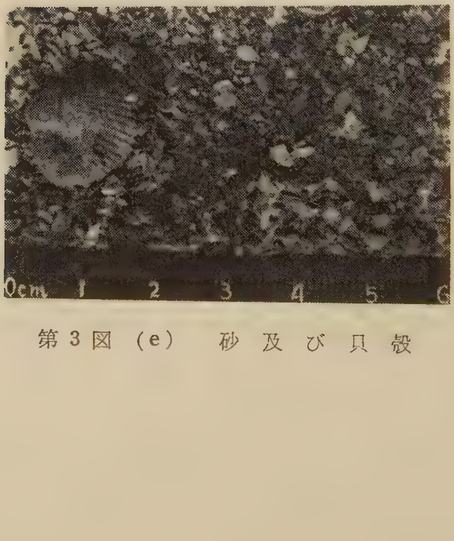


第 3 図 (d) 砂 及 び 貝 殻

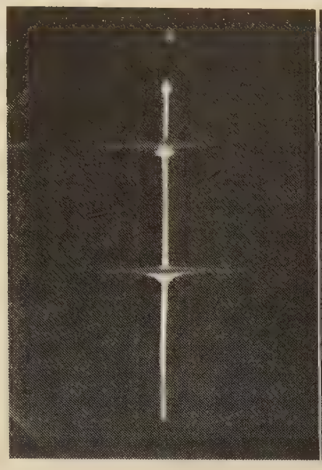


No. 19　　　　No. 20　　　　No. 21

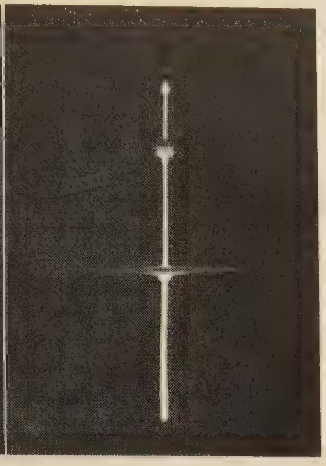




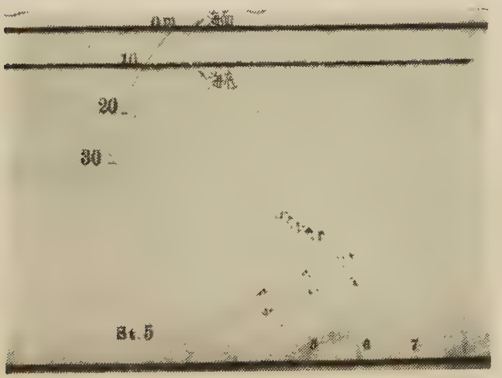
第3図 (e)　砂及び貝殻

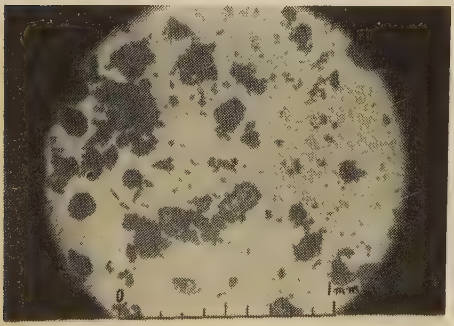


No. 5

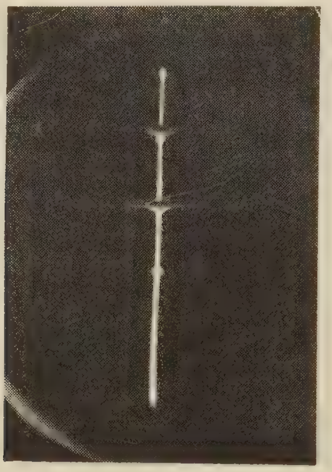


No. 7

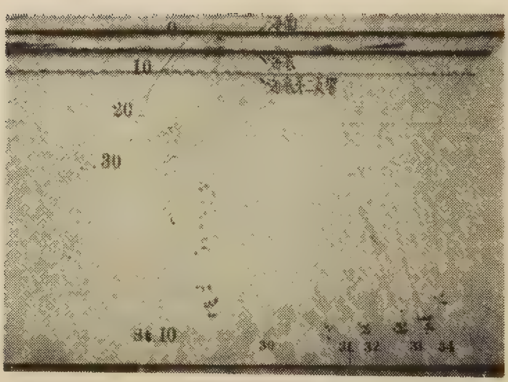


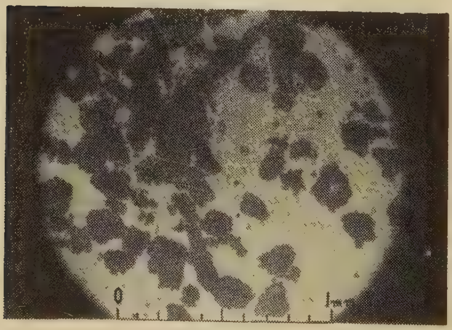


第 3 図　(f)　細　　砂

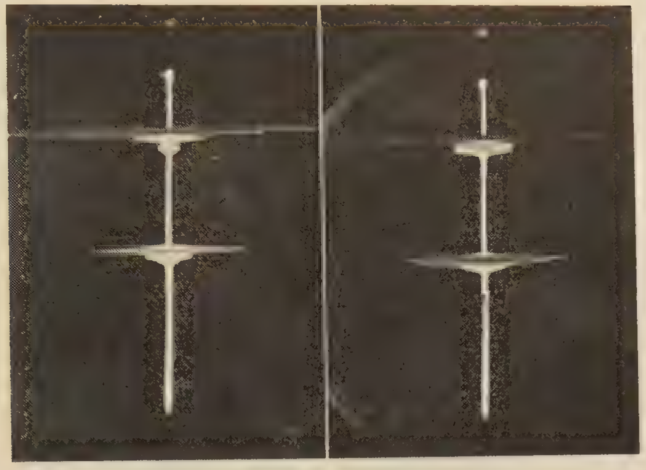


No. 30

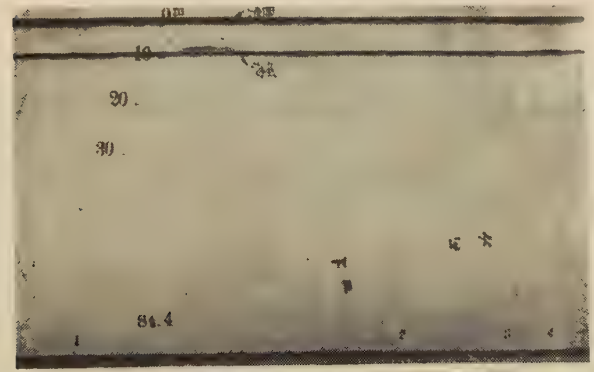


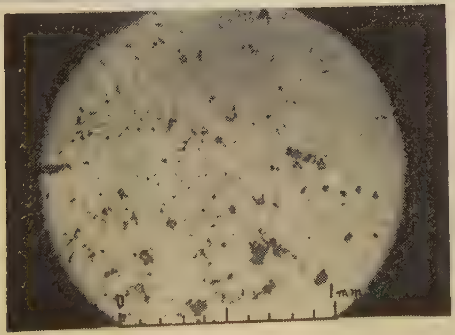


第 3 図 (g) 細　　　砂



No. 2　　No. 3





第 3 図 （h） 泥

第 3 図　海底地質の判別に関する実験

録（以下記録と呼ぶ）を示す。映像の番号と記録の下部に記入した番号とは対応したものである。なお下段の写真は採泥器で確めた底質を示したものである。岩盤の場合は、その上に小石や貝殻があつて、採泥器ではそれらが採集された。（f）、（g）、（h）の下段は顕微鏡写真である。

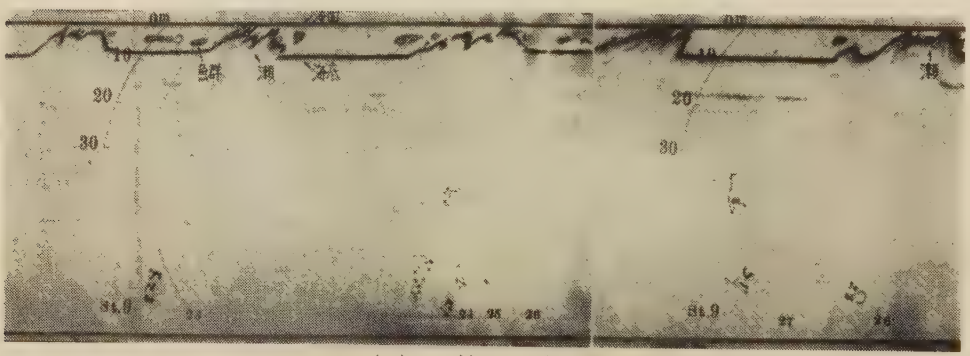
記録では底質は判別出来ないが、映像では第 2 表に示す様な特徴が見られ、平坦な場合、岩盤並びに砂と泥の判別は可能であると考えられる。但し砂の場合は細い砂、粗い砂、貝殻の小片を含んだもの等種々あるが、今回の実験ではそれらの間の区別は出来なかつたので、その区別はせずに砂とした。

第2表　海底地質による海底像の特徴

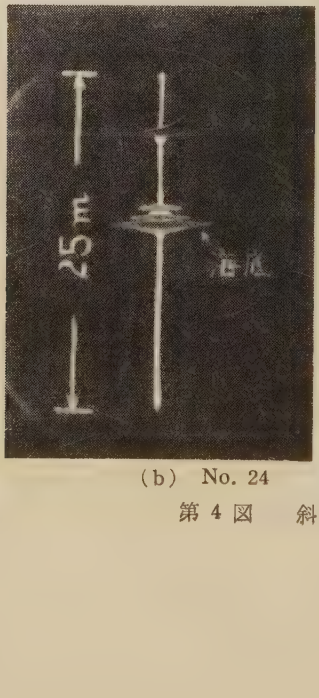
底　質	反射波形	特　　　徴
岩　盤		波形の立上りが泥に比べて急峻である。反射波の継続時間が短い。
砂		立上りは岩盤に似ているが、巾がやや広くなつている。
泥		立上りが岩盤、砂より緩やかで、巾が極めて広くなつている。

之らの特徴の違いは、岩盤、砂、泥と底質が軟くなつて行つて超音波が海底中に透過して行く為と考えられる。

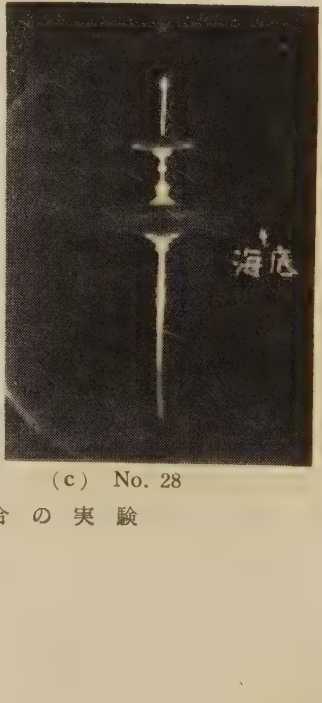
3. 斜面の場合の実験



(a)　斜面記録



(b) No. 24



(c) No. 28

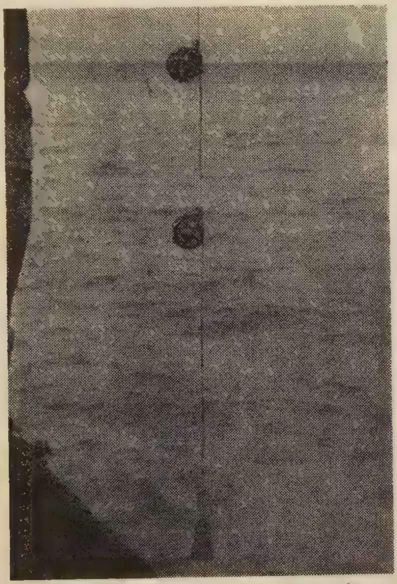
第4図　斜面の場合の実験

海底が傾斜している場合について実験を行つた結果を第4図に示す。

No. 24 は岩盤の谷底の様な所である。No. 28 では傾角は約 17° で、底質は同じく岩盤である。海底反射波の波形が平坦な岩盤の場合に比較してみると判る如く幅が極めて広くなつている。海底反射波の上に底魚の如きものが現われているが今回はこれについては検討してない。実験番号 28 の記録でも底魚が現われているので、多分底魚であろう。

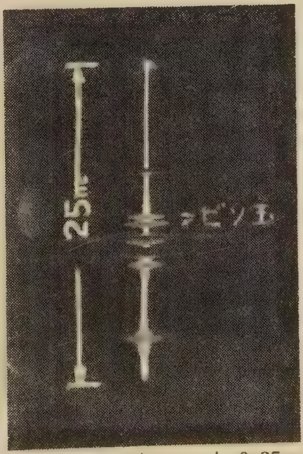
4. パルス巾を変へた場合のブラウン管の分解能の相違

ブラウン管の分解能について検討する為に第5図に示す様に 40 cm の間隔で吊した2個の3寸ビン玉を用いてパルス巾を 0.25 ms と 1 ms の二種類について実験を行つた。その結果は第6図に示す如く、パルス巾が 0.25 ms の場合は（b）の様にビン玉は明瞭に二つに分離しているのに対し、1 ms の場合は（d）の様

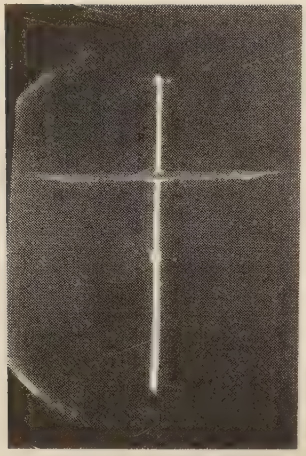


第5図　ビ　ン　玉

（a）発振波形（パルス巾 0.25 ms）



（b）ビン玉（パルス巾 0.25 ms）



(c)　発振波形（パルス巾 1 ms）

(d)　ピン玉（パルス巾 1 ms）

第 6 図　　パルス巾の差による弁別度の相違

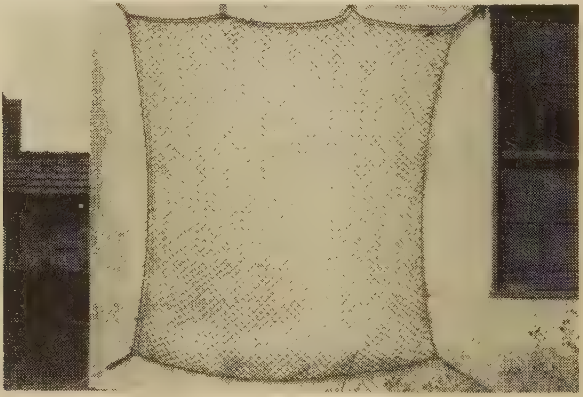
に反射波形の先端のみ分離している。

即ちパルス巾 1 ms（ブラウン管上では 75 cm）より 0.25 ms（ブラウン管上では 19 cm）の方が分解能はよいことは当然予期した所ではあるが、実験でもよくなつた結果が示された。

5. 平面分布の模擬魚群としての網地よりの反射波形

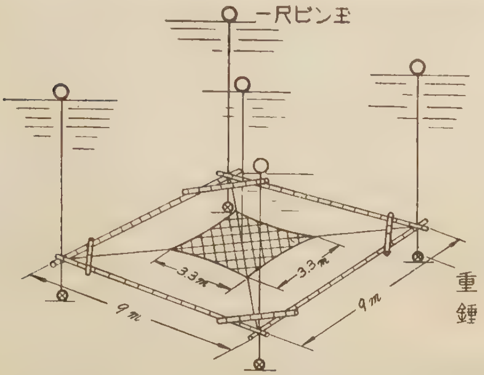
魚群に於ける反射波の波形を検討する為に、先づそれが平面に分布する場合の模擬魚群として網地を用いて実験を行つた。

即ち第 7 図に示す網地*（3.3 m 平方）を第 8 図に示す様に竹を組んで作つた 9 m 平方の枠の中心にはる。之を 6.8 m の深度の海面で海底上 1.5 m 或は 50 cm の高さに設置し、網の中心上で実験を行つた。



第 7 図　　網　　　地

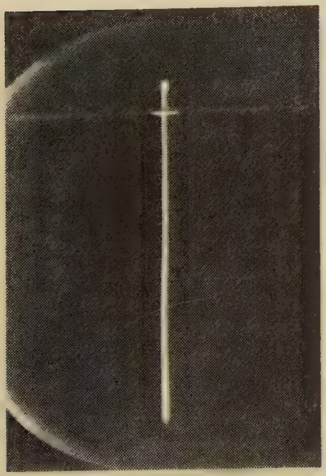
* 規格 1.3 匁マニラトワイン 3 寸目 本目結節



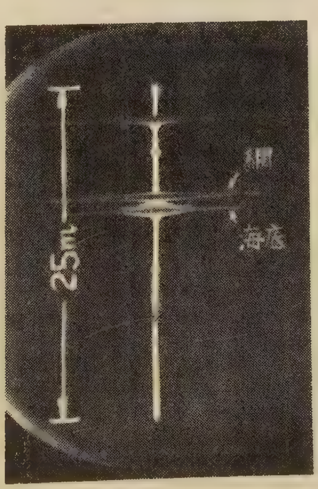
第 8 図　網地についての実験状況

その実験結果を第 9 図、第 10 図に示す。
この様に平面分布の場合、反射波形は明瞭に一層となることが確められた。

（a）　網　地　の　記　録

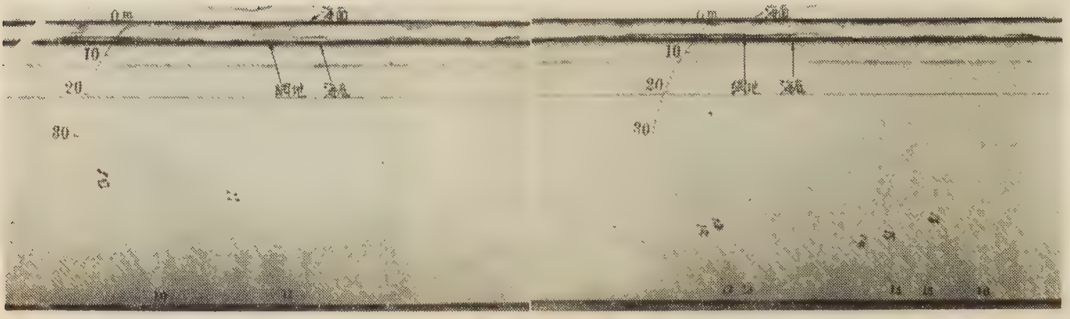


（b）　発振波形（0.43 ms）

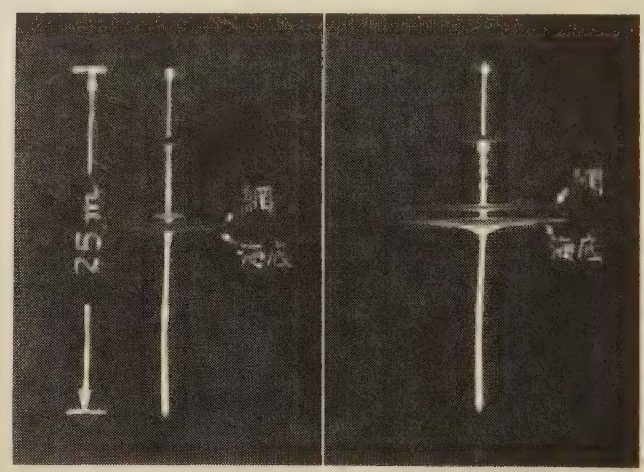


（c）　No. 4

第 9 図　網地についての実験（1）（網は海底上 1.5 m の高さ）



(a) 網地の記録



(b) No. 10　　(c) No. 13

(網の中心を約 70 cm 引張り上げた場合)

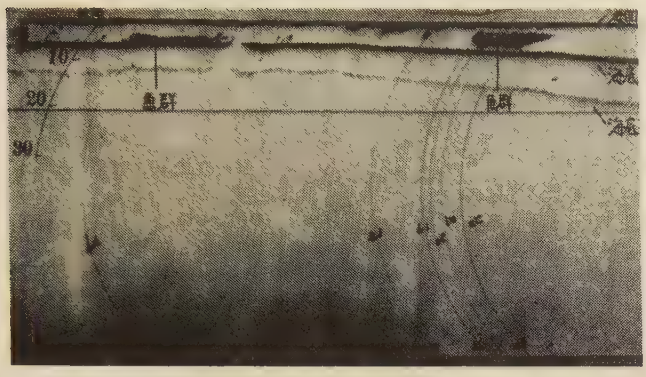
第 10 図　網地についての実験 (2) (網は海底上 50 cm の高さ)

6. 魚群よりの反射波形

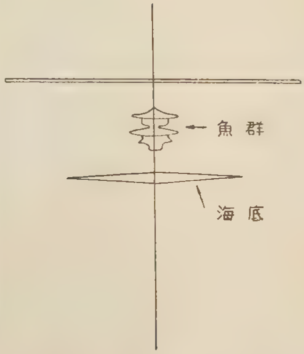
片口イワシの大小の魚群で反射した超音波の波形を第 11 図、第 12 図、第 13 図に示す。前項に述べた平面分布の場合の反射波形が何層にも重なつた、所謂そろばん玉状をなしている。之は魚群のひろがりの中に粗密がある為であると考えている。

第 14 図には記録に出ていないがブラウン管に現れている底魚の一例を示す。底魚の探知には記録器とブラウン管を併用することが必要である。

第 15 図には岩盤上にアラメが繁茂している場合を示す。



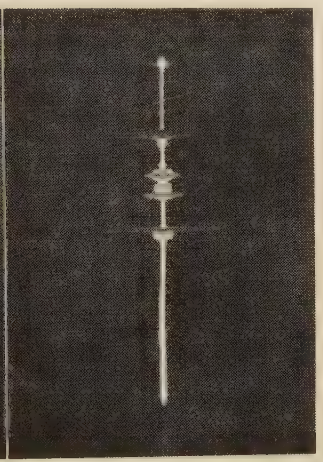
(a)　魚　群　記　録



(h)　映像の説明図

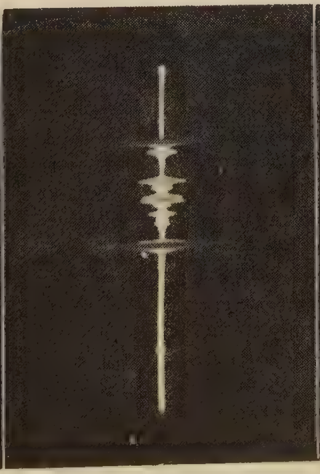
(b)　No. 17

(c)　No. 18



(d)　No. 19

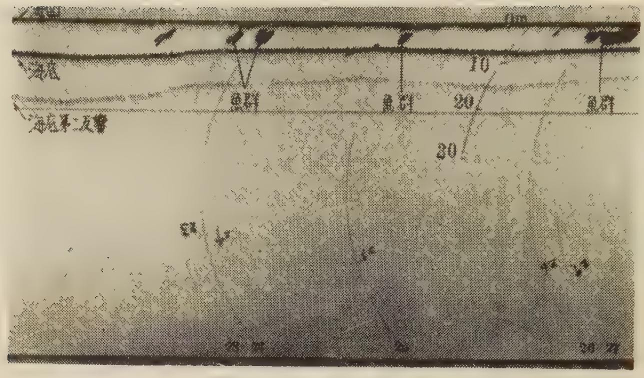
(e)　Ne. 20



(f)　No. 21

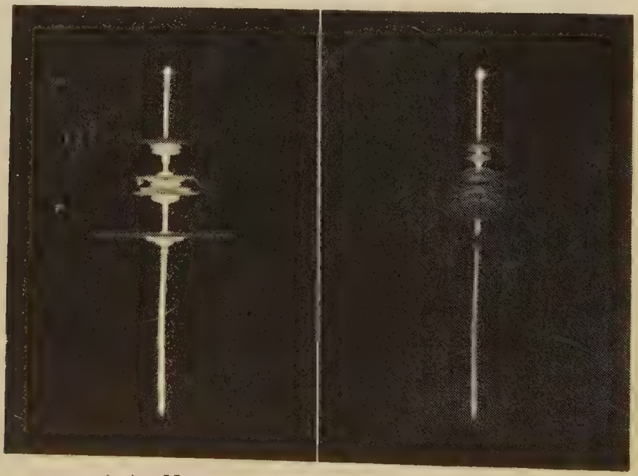
(g)　No. 22

第 11 図　魚 群 に つ い て の 実 験 (1)



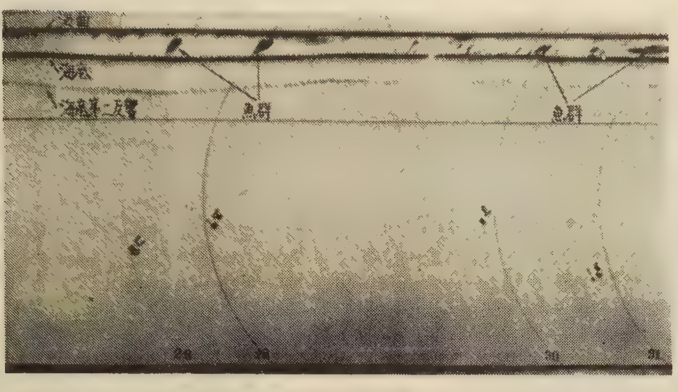
(a)　魚 群 記 録

(b)　No. 23　　(c)　No. 24　　(d)　No. 25

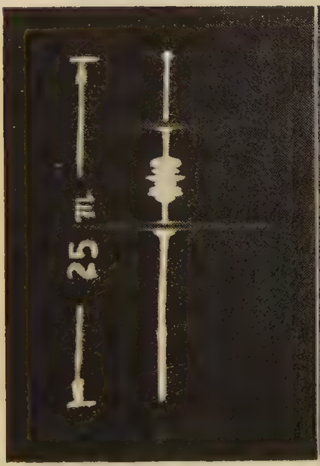


(e)　No. 26　　(f)　No. 27

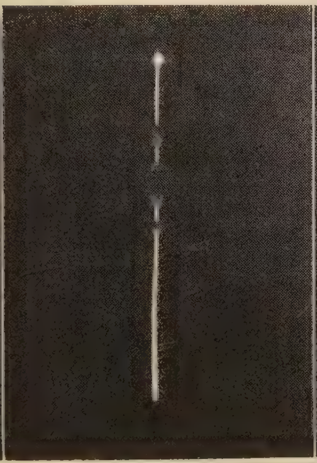
第 12 図　魚 群 に つ い て の 実 験　(2)



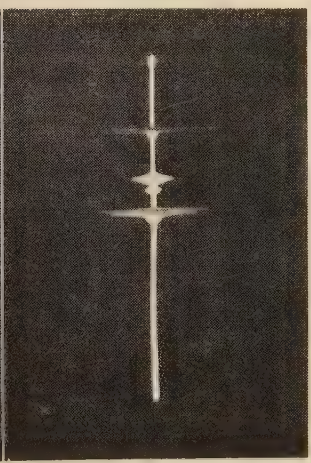
(a) 魚 群 記 録



(b) No. 28



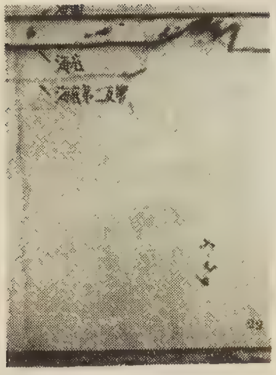
(c) No. 29



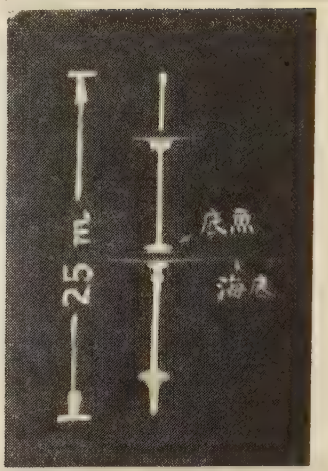
(d) No. 30

(e) No. 31

第 13 図 魚 群 に つ い て の 実 験 (3)

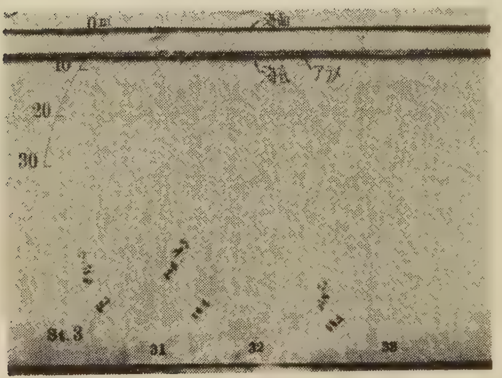


(a) 記　録



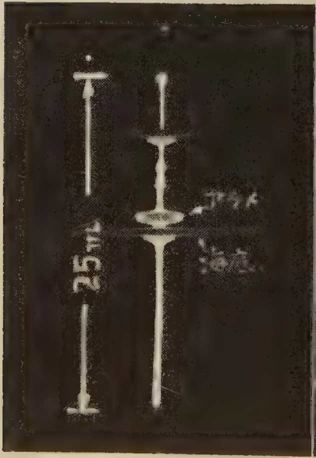
(b) No. 29 底魚

第 14 図　底　魚



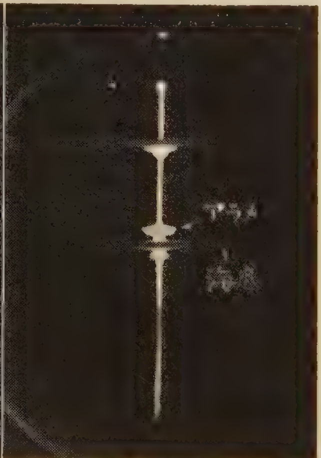
(a) 岩盤上のアラメの記録

(e) アラメ (高さ約 1.4 m)



(b) No. 31

(c) No. 32



(d) No. 33

第 15 図　岩盤上にアラメのある場合

む す び

ブラウン管によつて海底、魚群、海草からの超音波の反射波形について実験を行つた。

その結果、等深度で平坦な海底底質では、砂と泥の判別が可能である。またブラウン管の分解能は、パルス巾が短くなつた方がよいことを確めた。魚群からの反射波の波形は、平面分布の場合は明瞭な一層である。立体分布の場合は指向角に含まれる魚群の粗密が記録より明瞭に分解して判る。

本研究に当り御懇切なる御指導を賜はつた橋本博士に深く感謝申上げる。又本実験に協力された産研野田隆、小宮山玄二の両氏に謝意を表する。

文 献

1） 橋本： 海水中に於ける超音波の伝播特性、水産庁究研報告（1）、昭和28年12月、(2)、昭和30年1月

2） 平野、野田： 映像式魚探機、産研研究資料昭和30年11月

附　　　記

（前号までの掲載目次）

[附　記]

前号までの掲載目次

漁船研究技報第１号

漁船研究技報発刊に際して……(1)
漁船研究機関設置の経緯……(2)
漁船用試作振り動力計について（推進能力研究 第１報）……(11)
漁艙防熱装置の研究（第１報）……(31)
漁船機関高速軽量化実地研究試験成績……(56)
磁気羅盆に関する研究（随伴角の問題）……(71)
磁気羅針儀簡易検定装置の研究……(83)

漁船研究技報第２号

漁船研究技報第２号刊行に際して……(1)
漁船研究の事業概況……(2)
漁船用試作振り動力計について（推進能力研究 第１報）……(4)
漁艙防熱装置の研究（第２報）……(11)
二、三の船型試験成績について（水槽試験報告 第１報）……(19)
和船型実験船の計画概要について（小型漁船性能改善研究 第１報）……(30)
機関の微速運転とシリンダー摩耗について……(40)
磁気羅針儀羅牌の研究……(69)
磁気羅針儀実験室について……(33)
魚群探知機に関する研究（周波数に関する研究）……(90)
魚群探知機に関する研究（油の超音波特性に及ぼす影響 第１報）……(98)
魚群探知機に関する研究（整流覆の送受波器に及ぼす影響）……(100)

漁船研究技報第３号

漁船研究技報第３号刊行に際して……(1)
漁船研究室の事業概況……(2)
二型動力計による漁船試験成績について（推進能力研究 第３報）……(1)
漁艙防熱装置の研究（第３報）……(11)
和洋折衷型実験船の概要について（小型漁船性能改善研究第４報）……(19)
和船型実験船「あかつき」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第２報）……(35)
積層材構造の耐水木材の性能について（小型漁船性能改善研究 第３報）……(47)
船型試験成績について（水槽試験成績 第２報）……(57)
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第２報）……(87)
磁気羅盆に関する研究（随伴角に関する実験）……(111)
磁気羅盆経年変化の一例……(131)
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について……(139)
曳航式中層遠隔水温計の試作研究……(159)
魚群探知機に関する研究……(177)

漁船研究技報第4号

漁船研究技報第4号刊行に際して……………………………………………………………………………………(1)
漁船研究室の事業概況……………………………………………………………………………………………………(2)
船型試験成績について（水槽試験成績 第3報）………………………………………………………………………(4)
改2型動力計による「白嶺丸」の試験成績について（推進能力研究 第4報）……………………………………(18)
和洋折衷型実験船「ちどり」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第5報）………………………(25)
和船型木造漁船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第6報）…………………………………………………(31)
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第3報）……………………………………………………………………(49)
磁気羅盆に関する研究（制振特性について第1報）……………………………………………………………………(83)
舶用精密空盒気圧計の試作研究…………………………………………………………………………………………(102)
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について（第2報）……………………………………………………………………(112)
魚群探知機に関する研究…………………………………………………………………………………………………(125)

漁船研究技報第5号

漁船研究技報第5号刊行に際して……………………………………………………………………………………(1)
漁船研究室の事業概況……………………………………………………………………………………………………(3)

［研 究］

運搬漁船の船型試験成績について（水槽試験成績 第4報）…………………………………………………………(7)
和船型木造船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第7報）……………………………………………………(27)
神鷹丸の舵軸振力率試験について………………………………………………………………………………………(39)
漁船機関のシリンダー等の摩耗について（第4報）…………………………………………………………………(49)
磁気羅盆に関する研究（制振特性について 第2報）…………………………………………………………………(67)
底曳網用自記式網高さ計、G.R. 展開計及びそれらの実験結果について ………………………………………(73)
魚群探知機の装備に関する研究…………………………………………………………………………………………(141)
I. 船底突出型整流覆の形状に関する研究……………………………………………………………………………(141)
II. 船底気泡層に関する研究……………………………………………………………………………………………(149)
魚群探知機の記録像より見た海底地形の忠実性について……………………………………………………………(155)
D.S.L の超音波伝播特性に及ぼす影響に関する研究…………………………………………………………………(167)
魚群探知機によるコンブ群落の探知に関する研究……………………………………………………………………(167)

漁船研究技報第6号

晴和丸の船型試験成績及試運転成績……………………………………大津義徳、横山信立、小林 務……(3)
積層梁曲材の強度試験………………………………………………………………………大津義徳、和田正三……(15)
漁船機関のシリンダー等の摩耗について……………清水三郎、草間喜代松、三浦喜晃、石渡 晃……(27)
自記式網高さ計 G.R. 展開計とそれらのトロール網に就ての実験結果
……………………………………………………………………………………熊凝武晴、葉室親正、石井謙治……(41)
海水中に於けるミリメーター波超音波伝播特性並びに魚群探知実験
……………………………………………………………………………………橋本富寿、西村 実、間庭愛信……(93)
音響測深より求めた海底地形と海底実形との対比について…………………………橋本富寿、西村 実……(105)
魚群体の超音波反射損失と反射波の性質……………………………………………橋本富寿、間庭愛信……(113)

漁船研究技報第7号

軽合金漁艇による船体強度実験……和田正三……(1)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VI（クローム鍍金シリンダの実地試験）……草間喜代松、山田敏夫……(13)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VII（部分クローム鍍金シリンダの実験）……草間喜代松、山田敏夫……(23)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VIII（冷却水温度の影響）……三浦喜晃、石渡　晃……(37)
磁気羅盆に関する研究—V（制動液とダンパーに関する実験 第1報）……石井謙治、鈴木　裕……(53)
磁気羅盆に関する研究—VI（試作極地用磁気羅盆の実験 第1報）……石井謙治、鈴木　裕……(75)

漁船研究技報第8号

蒼鷹丸の可変節推進器試験……横山信立……(1)
木造以西底曳網漁船の船型試験成績……小林　務……(11)
鮭鱒流刺網用計測器（自記式網深さ計、自記式網地長さ計）と其等の実験結果について……葉室親正、石井謙治……(29)
カニ底刺網に対する自記式網深さ計並びに自記式網高さ計の応用計測について……葉室親正……(83)
100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性（久里浜湾口における冬期の実験）……橋本富寿、間庭愛信、西村　実……(103)
波長が mm となつた場合の魚体における超音波反射損失に関する研究……橋本富寿、間庭愛信……(113)
200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並びに海上実験……橋本富寿、菊池喜充、西村　実、間庭愛信……(119)
北洋鮭鱒漁場における魚群探知実験……橋本富寿、間庭愛信……(131)
カムチヤツカ西沿岸カニ漁場における魚群探知実験について……橋本富寿、西村　実……(151)

漁船研究技報第9号

漁船の復元性能についての一考察（その1）中型漁船について……土屋　孟…(1)
魚艙防熱材の研究……北村悌男…(63)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について～IX（冷却水温度の影響その2）……三浦喜晃、草間喜代松、山田敏夫…(91)
自記式2点同時計測網高さ計（III型）並びにそのトロール網についての実験結果……葉室親正、石井謙治…(109)
波長が mm の程度となつた場合の魚体における反射損失に関する研究（2）……橋本富寿、間庭愛信…(165)
底魚用魚群探知機に関する研究（1）（底魚用魚群探知機に関する技術的考察並びにその実験）……橋本富寿、間庭愛信…(175)
底魚用魚群探知機に関する研究（2）（50 kc 魚群探知機による底魚探知実験）……橋本富寿、間庭愛信…(183)
底魚用魚群探知機に関する研究（3）（200 kc 魚群探知機によるカニ探知実験）……橋本富寿、西村　実…(199)
超音波による DSL の研究（2）……橋本富寿、間庭愛信…(209)
久里浜湾における水中騒音の測定……橋本富寿、西村　実…(219)

漁船研究技報等10号

漁船機関のシリンダ等の摩耗について—X（燃料の影響その 1）…………………清水三郎、草間喜代松…（1）

自記式2点同時計測網高さ計（III型）の二艘曳機船底曳網についての実験結果……………葉室親正…（19）

磁気羅針に関する研究—VII（試作極地用磁気羅針の実験第2報）……………………………………石井謙治…（41）

圧力計型水温計の試作研究……………………………………………………………………………石井謙治…（55）

定置網に入るブリ魚群の騒音について……………………………………橋本富寿、西村　実、間庭愛信…（69）

24 KC と 200 KC 超音波による魚群探知の比較実験…………………橋本富寿、間庭愛信、西村　実…（79）

超音波の気泡層による減衰について…………………………………………………橋本富寿、西村　実…（87）

記録式簡易水平ソーナーの試作並に海上実験……………………………橋本富寿、間庭愛信、西村　実…（95）

Appendix: Contents of the Preceding Reports

Technical Report of Fishing Boat No. 1 1950

Upon publication of "Technical Report of Fishing Boat" ……(1)
Establishment of Fishing Boat Studying Organ……(2)
Torsion Meter for Fishing Boat ……(1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 1) ……(31)
Study to Make Fishing Boat Engine High Speed and Light Weight ……(56)
Study on Magnetic Bowl (Report No. 1)……(71)
Study on Simplified Method of Observation of Magnetic Moment of Compass……(83)

Technical Report of Fishing Boat No. 2 1951

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 2……(1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……(2)
Trial Products of Torsion Meter for Fishing Boat (Study in Propulsion Efficiency Report No. 2) ……(4)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 2) ……(11)
Experiments of Model Ships (Tank Test Report No. 1) ……(19)
Outline of Plan of Japanese Type Test Boat (Study of Improvement of Smale Fishing Boat Report No. 1) ……(30)
Minimum Slow-Running of Engine and Wearing of Cylinders ……(40)
Study on Magnetic Compass Card (Report No. 1) ……(69)
On Magnetic Compass Laboratory ……(83)
Study on School Finder ……(90)
Study on School Finder (Influence of Oil on the Characteristics of Supersonic Wave, Report No. 1) ……(98)
Study on School Finder (The Effect of Vibrator Cover) ……(100)

Technical Report of Fishing Boat No. 3 1952

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 3……(1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……(2)
Experimental Results on Actual Ships by No. 2 Type Torsionmeter (Study Propulsion Efficiency, Report No. 3)……(1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 3) ……(11)
On the Outline of an Experimental Boat Compromising Japanese and Foreign Type……(19)
On the Trial Performances of the Japanese Type Experimental Boat "Akatsuki" ……(35)
On the Characteristics of Water Proof Laminated Wood ……(47)
Experimental Results of Ship Forms……(57)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 2) ……(87)
Study on Magnetic Compass Bowl (Experiments on Waked Angle) ……(111)
An Example of Durability of Magnetic Compass Bowl……(131)

Catch Gauge for Two Boat Trawler ……(139)
Experiments on Manufacturing of Remote Control Towing Thermometer for Mid Water……(159)
Study on School Finder……(177)

Technical Report of Fishing Boat No. 4 1953

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 4……(1)
Outline of Business at Fishing Boat Laboratory ……(2)
Experimental Results of Ship Forms (Tank Test Results, Report No. 3) ……(4)
Experimental Results of the Actual Ship's Trial by the Improved No. 2 Type Torsion Meter (Study in Propulsion Efficiency Report No. 4) ……(18)
Trial Results of the Compromised Japanese and Foreign Type Experimental Boat "Chidori" ……(25)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat……(31)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 3) ……(49)
Study on Magnetic Compass Bowl (Damping character of Compass Card) ……(83)
Marine Aneroid Barometer……(102)
Catch Gauge for Two Boat Trawler ……(112)
Study on Fish Finder ……(125)
I Trial Products of Fishing Boat Laboratory Type Small Fish Finder ……(125)
II Characteristic of Ultrasonic Transducer in Mounting Tank ……(130)
III Sounding by Fish Finder ……(134)
IV Sounding of Artificial Schools, Sea Plants Fields by Fish-Finder ……(138)

Technical Report of Fishing Boat No. 5 1954

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 5……(2)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……(5)

[Studies]

Tank Test Results of Fish Carrier (Tank Test Results, Report No. 4) ……(7)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat (Research on the Improvement of the Characteristics of small Fishing Boat) ……(27)
Rudder Torque Measurements of the Trawler "Shin-yo-maru" ……(39)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engine ……(49)
Study on Magnetic Compass Bowl ……(67)
Automatic Net-Height Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Two-Boat Trawler and Results of Experiment for These Apparatuses……(73)
Mounting of Transducer of the Echo-Sounder ……(141)
I Study on the Form of Projected Streamlined Cover ……(141)
II The Bubble Layer under the Ship Bottom ……(149)
Reliability of Record of Shaps for Sloped Sea Bottom Obtained by Ultrasonic Echo-Sounder……(155)
Influence of D,S.L. on the Characteristics of Ultrasonic Wave Propagation ……(167)
Study on Detection of the Japanese Tang Field by the Ultrasonic Echo-Sounder ……(187)

Technical Report of Fishing Boat No. 6 March 1955

Experimental Results of Model Test and Actual Ships Trial of the "Seiwa-Maru" ········· Yosinori OTSU, Nobutatsu YOKOYAMA, Tsutomu KOBAYASHI······(3)
Strength Test of Laminated Beam Knees ·········Yoshinori OTSU, Shozo WADA······(15)
Wears of Cylinder etc. of Fishing Boat Engine-V ········· Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA. Yoshiaki MIURA, Akira, ISHIWATARI······(27)
Automatic Net-heigh Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Trawler and Results of Experiment for these Apparatuses ········· Takeharu KUMAGORI, Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII······(41)
Propagation characteristics of High Frequency Ultrasonic in Sea Water ········· Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA······(93)
Reliability of Record for the Shape of Sea Bottom Obtained by ultrasonic Echo- sounder ········· Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISIMURA······(105)
Ultrasonic Reflection Loss on Fish Shoal and Characteristics of the Reflected Wave ········· Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA······(113)
(Appendix) Contents of the Preceding Reports ·········(141)

Technical Report of Fishing Boat No. 7 January 1956

Structural Strength Investigation on Alminium Fishing Boat ·········Shozo WADA······(1)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VI (Results of porous chromium plated by practical use) ·········Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA······(13)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VII (Cylinder of knurled and chromium plated partly) ·········Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA······(23)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VIII (Effect on temperature of Cooling Water) ········· Yoshiaki MIURA, Akira ISHIWATARI······(37)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report V (Experiments on Compass liquid and Damper) ·········Kenjl ISHII, Hiroshi SUZUKI······(53)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report VI (Experiments on High Latitude Compass Bowl, No. 1) ·········Kenji ISHII, Hiroshi SUZUKI······(75)

Technical Report of Fishing Boat No. 8 March 1956

Experiment of Controllable Pitch Propeller of the "Sōyō-Maru" ········· Nobutatsu YOKOYAMA······(1)
Experimental Results of Model Tests for Wooden Two-Boat Trawler ·········Tsutomu KOBAYASHI······(11)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Automatic Net Length Meter for Salmon Gill Net and the Results of Measurement at Sea···Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII······(29)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Net Hight Meter for the Crab Tangle Net at its Practical Application ·········Chikamasa HAMURO······(83)
Propagation Characteristics of High Frequency Ultrasound in Sea Water········· Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA······(103)
Study on Reflection Loss of Ultrasonic Wave on Fish-body by Milimeter Wave ········· Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA······(113)
Study on Simplified SONAR of 200 kc Ultrasound and its Field Test ·········
···Tomiju HASHIMOTO, Yoshimitsu KIKUCHI, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA······(115)
Experiment of Fish-finding at Fishing-Ground of Salmon in the North Pacific Ocean··· ········· Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA······(131)
Study on Application of Echo-sounder for Fishing-ground of Crab at the Okhotsk Sea, Western Waters of Kamchatsker Peninsula···Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA······(151)

Technical Report of Fishing Boat No. 9 September 1956

A Note of Fishing Boat Stability (Report No. 1, Medium Type Boat) ········ Tsutomu Tsuchiya···(1)
Study of Fish Hold Insulation Materials ········ Yasuo Kitamura···(63)
Wears of Cylinder of Fishing Boat Engines—IX (Effect on Temperature of Cooling Water No. 2) ········ Kikō Miura, Kiyomatsu Kusama & Toshio Yamada···(91)
Automatic Net-height meter Measuring Simultaneously two points of the Trawl Net, and Results of Experiments for these Apparatuses······Chikamasa Hamuro & Kenji Ishii···(109)
Study on Reflection Loss of Ultrasound Milimeter Wave on Fish-body ········ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(165)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 1) (Technical Examination and Experiment on Fish-finder for Ground-fish) ······ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(175)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 2) (Study on Finding of Ground-fish by 50 kc Fish-finder) ········ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(183)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 3) (Study on Detection of Ground-fish by 200 kc Fish-finder) ········ Tomiju Hashimoto & Minoru Nishimura···(199)
Study of DSL by Ultrasonic Wave (2) ········ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(209)
Study on Measurement of Under-water Noises At Kurihama Bay ········ Tomiju Hashimoto & Minoru Nishimura···(219)

Technical Report of Fishing Boats No. 10 April 1957

Wears of Cylinder of Fishing Boat Engine—X —Effect of Fuel Oil No. 1— ········ Saburo Shimizu, Kiyomatsu Kusama···(1)
Analysis of Two-boat Trawing Net by Automatic Net Height Meter by Measuring Simultaneously Two Points of the Net ········ Chikamatsu Hamuro···(19)
Study on Magnetic Compass Bowl —Report—VII (Experiments on Hight Latitude Compass Bowl, No. 2) ········ Kenji Ishii···(41)
Study on Pressure-Spring Thermometer ········ Kenji Ishii···(55)
Noise of Yellowtail When It Comes into the Set Net —Relation between the Noise and Amount of Catch —Relation between the Intensity of Noise and Weather— ········ Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura, Yoshinobu Maniwa···(69)
Experiment on Difference between 24 KC Fish-finder and 200 KC Fish-finder ········ Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura···(79)
Effect of Bubble Layer on the Attenuation of Ultrasonic Wave ········ Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura···(87)
Study on Simplified Record Type SONAR and Its Field Test ········ Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura···(95)

昭和 33 年 1 月 25 日 印刷
昭和 33 年 1 月 30 日 発行

漁 船 研 究 技 報
第 11 号

東京都千代田区霞ヶ関2—1
発行所 水 産 庁 生 産 部
編輯者 調査官 大 津 義 徳

東京都中央区新富町三ノ六
印刷所 日本応用印刷株式会社
印刷者 田 中 忠 雄